# IDIA

SUPLEMENTO Nº

AÑO 1960






INSTITUTO NACIONAL DE
TECNOLOGIA AGROPECUARIA

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA DE LA NACION

# IDIA

**SUPLEMENTO N° 1**

**Año 1960**

**Registro de la Propiedad Intelectual nº 601791**

**Editor: Carlos E. Badell**

LA PORTADA



El problema de la conservación de los suelos es vital para la economía nacional. Muy necesario es llegar hasta el productor iniciándolo, en su beneficio, en los métodos más racionales para retener ese estimable, esencial patrimonio que es la tierra agrícola. La fotografía registra un rastreo mecanizado para la fijación de médanos en la región pampeana semi árida.



**INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA**

**DIRECCION GENERAL**

**RIVADAVIA 1439 - BUENOS AIRES**

**T. E. 37-5090, 37-5095 AL 99 Y 37-0483**

EL INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA, EN HOMENAJE AL SESQUICENTENARIO DE LA REVOLUCIÓN DE MAYO Y PARA EL PROGRESO DE LA CULTURA AGROPECUARIA NACIONAL, HA EDITADO ESTAS ACTAS

*En 1959, la Sección Argentina de la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo, en consideración al gran número de investigadores y técnicos que trabajan directamente o que tienen relación con los problemas de suelos y cuyos aportes son muy importantes a esa especialidad, creyó oportuno realizar una asamblea invitando, además de los técnicos nacionales, a colegas de los países hermanos. Así, con extraordinario éxito por la concurrencia y trabajos presentados, tuvo lugar en Buenos Aires, del 7 al 12 de setiembre de 1959 la Primera Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo.*

*En este volumen se dan a conocer los trabajos presentados. Entre otros colaboradores ha sido posible su publicación gracias al empeño y diligencia de dos miembros de la comisión organizadora de ese congreso, el Ing. Agr. Oscar J. Guedes y el Dr. Roberto Caravello. A ellos el sincero agradecimiento de los editores y de los muchos interesados en los problemas del suelo, a quienes sin lugar a dudas, estas actas han de ser beneficiosas.*

Buenos Aires, noviembre de 1960.



*El presidente de la reunión Ing. Agr. Manfredo Reichart, inicia las deliberaciones.*

*Delegados nacionales y extranjeros que asistieron a la 1ª Reunión Nacional de la Ciencia del Suelo.*

# ORGANISMOS Y ENTIDADES ADHERIDAS A LA REUNIÓN

Secretaría de Agricultura y Ganadería de la Nación
Gobernación de la provincia de Santa Cruz
Ministerio de Agricultura y Ganadería de la provincia de Santa Fe
Ministerio de Asuntos Agrarios de la provincia de Buenos Aires
Ministerio de Asuntos Agrarios de la provincia de Neuquén
Ministerio de Economía y Asuntos Agrarios de la provincia de La Pampa
Ministerio de Economía, Finanzas y Obras Públicas de la provincia de Salta
Ministerio de Economía y Obras Públicas de la provincia de Misiones
Ministerio de Economía, Obras Públicas y Riego de la provincia de Mendoza
Ministerio de Economía de la provincia del Chubut
Ministerio de Economía de la provincia del Río Negro
Ministerio de Hacienda y Economía de la provincia de San Juan
Ministerio de Hacienda, Economía, Obras Públicas y Previsión Social de la provincia de Jujuy
Ministerio de Obras Públicas, Turismo y Asuntos Agrarios de la provincia de Córdoba
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (I.N.T.A.)
Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España
Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América. Servicio de Conservación de Suelos
Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas Zona Sur (Uruguay)
Instituto Río Grandense del Arroz. Porto Alegre (Brasil)
Ministerio de Ganadería y Agricultura del Uruguay
Secretaría de Agricultura. Instituto Agronómico Campinas (Brasil)
Universidad Nacional de Córdoba
Universidad Nacional de Cuyo
Universidad Nacional del Litoral
Universidad Católica Argentina
Universidad Católica de Córdoba
Facultad de Agronomía y Veterinaria (Universidad Nacional de Buenos Aires)
Facultad de Agronomía (Universidad Nacional de Tucumán)
Facultad de Ciencias Agrarias (Universidad Nacional de Cuyo)
Facultad de Ingeniería y Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de San Juan (Universidad Nacional de Cuyo)
Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Nacional de Tucumán)
Facultad de Ciencias Matemáticas, Fisicoquímicas y Naturales Aplicadas a la Industria (Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería Química (Universidad Nacional del Litoral
Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Administración Nacional de Bosques
Agua y Energía Eléctrica
Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (I.N.T.A.)
Centro Regional Andino (I.N.T.A.)
Comisión Nacional del Río Bermejo
Departamento General de Irrigación de Mendoza
Departamento de Hidráulica de San Juan
Dirección General de Parques Nacionales
Dirección General de Sanidad Animal
Dirección Nacional de Geología y Minería
Estación Experimental Agrícola de Tucumán
Estación Experimental Agropecuaria de Cañadón León (I.N.T.A.)
Estación Experimental Agropecuaria de Catamarca (I.N.T.A.)
Estación Experimental Agropecuaria de Misiones (Cerro Azul) (I.N.T.A.)
Estación Experimental Agropecuaria de Salta (I.N.T.A.)
Instituto de Fitotecnia (I.N.T.A.)
Instituto de Geología y Minería (Universidad Nacional de Tucumán)
Instituto de Microbiología e Industrias Agropecuarias (I.N.T.A.)
Instituto Miguel Lillo (Universidad Nacional de Tucumán)
Instituto Nacional de Microbiología (Ministerio de Salud Pública de la Nación)
Instituto de Suelos y Agrotecnia (I.N.T.A.)
Instituto de la Vid y el Vino de la Provincia de Mendoza
Instituto Agrotécnico Económico de Misiones.
Laboratorio de Ensayo de Materiales e Investigaciones Tecnológicas (L.E.M.I.T.)
Asociación Cultural ''Natura''
Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uruguay
Asociación Química Argentina
Asociación Sanjuanina ''Amigos del Suelo''
Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes
Centro Argentino de Cartografía
Centro de Ingenieros Agrónomos de San Juan
Departamento de Relaciones y Actividades Culturales para Universitarios (Universidad Nacional de Buenos Aires)
Sindicato Argentino de Ingenieros Agrónomos
Sociedad Argentina de Estudios Geográficos (G.Æ.A)
Archilnit
Asesora Tucumana Agrícola Ganadera (Tucumán)
Concord Fiat Someca Construcciones (Córdoba)
Instituto de Inseminación Artificial
Leach's Argentine Estates Limited (Ingenio ''La Esperanza'', Jujuy)
Mathieson Atanor S. A. I. y C.
La Química S. A.
Fertimaq S. A.

## MIEMBROS ACTIVOS

(Art. 2º del Reglamento de la Reunión)

ABITBOL, JOSÉ * — Ing. Agr.
Casilla de Correo nº 25 (Catamarca).
INTA — Est. Exp. Agropecuaria de Catamarca.

AGUIAR, LEONOR * — Ing. Agr.
Avda. 3 de abril 1470 (Corrientes).
INTA — Est. Exp. Agropecuaria "El Sombrerito" (Corrientes)

AGUIRRE MOUROY, MANUEL * — El Cano 3235, Capital.

AGUIRRE, ANA E. LAURA DE — Ing. Química.
San Gerónimo 3449 (Santa Fe).

ALBORNOZ, ROLANDO N. — Ing. Agr.
Ministerio Asuntos Agrarios, Dirección de Agricultura.
Avenida Iraola y 60 (La Plata).

ALONSO, ROBERTO * — Ing. Agr.
Miró 39, 4º piso, Capital.
INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital.

ASENSIO, ALBERTO * — Técnico Químico.
Cervantes 60, Capital.
INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital.

AMOR ASUNCIÓN, J. — Ing. Agr.
Castañares 1539, Capital.
Delegado de la Facultad de Agronomía y Veterinaria (Univ. de Bs. As.), Av. San Martín 4453, Capital.

ANGUILERI, LEOPOLDO — Doctor en Química.
Comisión Nacional de Energía Atómica.
Av. Libertador Gral. San Martín 8250 (Capital).

ARENTSSCHILD, VÍCTOR VON — Calle 41 Nº 970 (La Plata).
Dirección de Enseñanza Agraria — Ministerio de Asuntos Agrarios de la Prov. de Bs. As. (La Plata, Prov. de Buenos Aires).

AVELLANEDA, MANUEL * — Ing. Agr.
Luzuriaga 572 (Mendoza).
Fac. de Ciencias Agrarias (Univ. Nacional de Cuyo), Alte. Brown 500, Chacras de Coria (Mendoza).

AVERBACH, MOISÉS — Ing. Agr.
Caseros 2302, Capital.
Archilnit S. A., 25 de Mayo 460, Capital.

BAAMONDE, ESTHER * — Profesora de Química y Mineralogía.
Calle 20 Nº 765 (La Plata).
INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital.

BANCORA, ELVIO D. L. — Ing. Agr.
Diagonal 80 Nº 723 (La Plata).
Dirección de Enseñanza Agraria (Prov. de Bs. As.).

BANDURA, IVÁN * — Edafólogo.
Guardia Nacional 1664, Capital.
Agua y Energía Eléctrica, Lavalle 1554, Capital.

---

* Adherente a la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo (Sección Argentina).

BARBAGALLO, JOSÉ F. * — Ing. Agr.
Tabaré 832, Capital.
INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital.

BARDIN, PABLO — Defensa 1220, Capital.
Delegado de la Asociación Cultural Natura, Pasaje Seaver 1656, Capital.

BARREIRA, EDUARDO * — Ing. Agr.
Álvarez Jonte 2839, Capital.
INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital.

BASTA, JULIO E. — Ing. Agr.
Avellaneda 60 (Río Gallegos).
Dirección Gral. de Tierras y Asuntos Agrarios. Delegado por la Provincia de Santa Cruz.

BELLATI, JORGE I. * — Ing. Agr.
Aráoz 2054, Capital.
INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital.

BELLON, CARLOS A. — Ing. Agr.
Soler 6091 (Capital).

BERLANDA, JOSÉ — Ing. Químico.
Ministerio de Agricultura y Ganadería; Dirección de Suelos y Química Agrícola.
Boulevard Pellegrini 3100 (Santa Fe).

BERRIOS CÁCERES, LIZARDO — Ing. Agr.
Las Heras 368, Dto. 2, Lomas de Zamora.
Delegado por el Ministerio de Asuntos Agrarios (Administración Provincial de Bosques, Prov. de Buenos Aires).

BESTVATER, CARLOS R. * — Ing. Agr.
Casilla de Correo 52, Gral. Roca (Río Negro).
INTA — Est. Exp. Agropecuaria de J. J. Gómez.

BIBÉ, PEDRO L. *. — Ing. Agr.
Cangallo 4318, Capital.
Secret. Agric. y Ganadería. Dirección de Lanas — S.A.G., Paseo Colón 922, Capital.

BOGGIO, R. RAFAEL — Calle 40 Nº 982, La Plata (Prov. de Bs. As.).

BONAMIN, ANSELMO O. — Dr. en Química.
Muñiz 864, Capital.
YPF — Florencio Varela (Prov. de Buenos Aires).

BONFILS, CONSTANTE G. — INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital.

BONORINO, JORGE A. — Ing. Agr.
Ugarteche 3306, Capital.
Delegado por el Sindicato Argentino de Ings. Agrs.

BORDAS, MARCELO A. * — Avenida Constituyentes 3449, Capital.

BORDELOIS, GASTÓN (h.) — Ing. Agr.
Aráoz 2540, Capital.
Inspector de Campos — Sección Administraciones de Adolfo Bullrich y Cía., Av. Libertador 750, Capital.

BREITMAN, MARCOS — Tucumán 2795, 3º B, Capital.
Asociación de Terapéutica Vegetal y Fertilización Agrícola.

BRUMANA, JUAN F. — Ing. Agr.
Larrea 203, Capital.

BUITRAGO, DAMIÁN H. — Doctor en Ciencias Naturales.
San Martín 189, San Martín, F.C.N.G.B.M. (Prov. Buenos Aires).
Comisión Nacional del Río Bermejo, Avenida Roque Sáenz Peña 501 (Capital).

BULLRICH, JUAN — Las Heras 2669, Capital.
Establecimiento "Arbolitos", La Larga F.C.N.G.R. (Prov. Buenos Aires).

---

* Adherente a la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo (Sección Argentina).

Burgos, Juan J.	Ing. Agr.
Chacabuco 864, Merlo (Prov. de Buenos Aires).
INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital.

Calcagno, José E. *
Ing. Agr.
Directorio 962, Dto. A, Capital.
INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital.

Camugli, Edgardo
Ing. Agr.
Calle 60 y 119 (La Plata).

Capdevila, Jorge A. *
Ing. Agr.

Capello, Alejandro
Ing. Agr.
Calle 68 nº 720 (La Plata).

Cappannini, Dino A. *
Doctor en Ciencias Naturales.
Calle 36 nº 1029 (La Plata).
INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital

Capurro, Rodolfo *
Ing. Agr.
Pirovano 367, Resistencia (Chaco).
INTA — Est. Exp. Agropecuaria de Colonia Benítez (Chaco).

Caraballo, Cándida Elvira *
Ing. Agr.
Sarmiento 4537, Capital.
INTA — Est. Exp. Agropecuaria. Casilla de Correo nº 34, Concordia (Entre Ríos)

Caravello, Roberto V. A. *
Doctor en Química.
Neuquén 2019, Capital.
INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital.

Castronovo, Alfonso
Ing. Agr.
Arias 2891, Castelar (Prov. de Buenos Aires).
INTA — Instituto de Fitotecnia, Castelar (Prov. Bs. As.).

Castro Zinni, Horacio
Ing. Agr.
Amenábar 711, Capital.

Cebollero, Antonio
Establecimiento "Palo Alto". Casilla de Correo 42, Chascomús (Prov. de Bs. As.).

Cedro, Victorio C. F.
Dr. en Medicina Veterinaria.
M. Pedraza 3246, Capital.
Director del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias del INTA — Castelar (Prov. de Bs. As.).

Cerana, Luis A. *
Ing. Químico.
Balcarce 2218 (Santa Fe).
Delegado por la Universidad Nacional del Litoral, Fac. de Ingeniería Química, Santiago del Estero 2829 (Santa Fe).

Copertini, Spartaco *
Doctor en Química.
Hogar y Club Universitario A. 103, Parque de Mayo (San Juan) — Univ. Nac. de Cuyo, Fac. Ing. de San Juan.

Cordero, Haydée G. *
Doctora en Bioquímica.
Soler 4479, Capital.
INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital.

Cuomo, Edmundo I. *
Ing. Agr.
Condarco 702, Capital.
Delegado por el Centro Regional Andino. Est. Exp. Agropecuaria de Mendoza — Casilla de Correo nº 3, Luján de Cuyo (Mendoza).

Cussac, Carlos
Ing. Agr.
Instituto Nacional de Colonización.
Cerrito 488, Montevideo (R. O. del Uruguay).

* Adherente a la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo (Sección Argentina).

| | |
|---|---|
| Chaar, Edmundo | Doctor.<br>Pje. Gallegos 3478, Capital.<br>Comisión Nacional de Energía Atómica, Avda. Libertador General San Martín 8250, Capital. |
| Chaparro, Horacio R. | Ing. Agr.<br>9 de Julio 1089, Nogoyá (Entre Ríos). |
| De Fina, Armando L. * | Ing. Agr.<br>Chacabuco 516, Bernal, F.C.N.G.R.<br>INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital. |
| Del Águila, Jorge A. | Ing. Agr.<br>INTA — Est. Exp. Agropecuaria de Anguil (La Pampa). |
| De León, Luis | Ing. Agr.<br>Carabelas 3235, Montevideo (R. O. Uruguay).<br>Departamento de Recursos Naturales Renovables. Ministerio de Ganadería y Agricultura del Uruguay, Millán 4703, Montevideo (R. O. Uruguay). |
| De Paul Fantini, Antonio | Ing. Agr.<br>Senillosa 924, Capital. |
| Des Rotours, Víctor F. * | Ing. Agr.<br>Samay Huasi 261, Barrio Crisol (Córdoba).<br>INTA — Agencia de Extensión Agropecuaria de Río Tercero, Libertad 309, Río Tercero (Córdoba). |
| De Sanctis Aubone, Orlando A. | Ing. Agr.<br>San Luis 425 (San Juan).<br>Delegado por el Departamento de Hidráulica de San Juan, Ceresetto 156 (San Juan) y por la Asociación Sanjuanina ''Amigos del Suelo''. |
| Di Fonzo, Mario A. * | Ing. Agr.<br>Rivadavia 6519, Capital.<br>Mathieson Atanor S.A.I.C., Av. R. S. Peña 1219, Cap. |
| Domato, José | Ing. Agr.<br>Córdoba 939 (San Miguel de Tucumán). |
| Domínguez, Manuel | Ing. Agr.<br>Independencia 485, Dto. 25, Capital. |
| Domínguez, Oscar * | Doctor en Ciencias Naturales.<br>Ramón L. Falcón 1678, Capital.<br>INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital. |
| Dujmovich, Oscar A. | Doctor en Ciencias Naturales (Geología).<br>Calle 66 nº 2727 (La Plata).<br>Delegado por el Ministerio de Asuntos Agrarios de la Prov. de Bs. As, La Plata (Prov. Buenos Aires). |
| Edwards, Guillermo H. | La Larga, F.C.N.G.R. |
| Elgueta, Manuel | Ing. Agr.<br>Director del Inst. Interamericano de Inv. Agrícolas, Zona Sur. C. Correo 1217. Montevideo (Uruguay). |
| Estany, Guillermo L. | Cartógrafo.<br>Avda. Mitre 266, San Miguel, F.C.N.G.S.M.<br>INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital. |
| Etchevehere, Pedro H. * | Doctor en Ciencias Naturales.<br>Granaderos 186, Capital.<br>INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital. |
| Fernández, Gerardo | Dr. en Ciencias Naturales<br>Universidad de Cuyo, Facultad de Ciencias Agrarias, Almirante Brown 500, Chacras de Coria (Mendoza) |
| Fernández, Jorge A. | Ing. Agr.<br>San José 352, Capital.<br>Asesor técnico de la Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes. |

* Adherente a la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo (Sección Argentina).

| | |
|---|---|
| Ferreiro, Antonio C. * | Ing. Agr.<br>Puán 557, Capital.<br>INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital |
| Fiori, José F. * † | Ing. Agr.<br>Doyhenard 47, Morón, F.C.N.D.F.S.<br>Administración Nacional de Bosques, Pueyrredón 2446, Capital. |
| Fisher, Heriberto G. * | Ing. Agr.<br>Boul. Chacabuco 691 (Córdoba).<br>INTA — Est. Exp. Agropecuaria de Manfredi (Córdoba). |
| Fomin, Foka | Ing. Agr.<br>Necochea 1115, Quilmes.<br>Delegado por la Administración Provincial de Bosques — Ministerio de Asuntos Agrarios de la Prov. de Bs. As. — Dto. de Investigaciones Forestales (Parque Pereyra), Casilla de Correo nº 3 (Villa Elisa), F.C.N.G.R. |
| Foulon, Marcelo A. | Ing. Agr.<br>O'Higgins 2381, Capital. |
| Fuentes Godo, Pedro M. * | Ing. Agr.<br>Casilla de Correo 102, Resistencia (Chaco).<br>Inst. Agrotécnico, Universidad Nacional del Nordeste, Avenida Las Heras 727 (Chaco). |
| Fynn, Carlos A. | Ing. Agr.<br>Juan M. Pérez 6012, Montevideo.<br>Delegado por la Asociación de Ings. Agrs. del Uruguay y del Departamento de Conservación y Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables. Ministerio de Ganadería y Agricultura, Millán 4703, Montevideo (R. O. Uruguay). |
| Galmarini, Armando R. * | Ing. Agr.<br>25 de Mayo 1545 (Corrientes).<br>El Sombrerito (Corrientes). Est. Exp. Agropecuaria de Corrientes. |
| Garbosky, Antonio J. * | Ing. Agr.<br>Calle 1, nº 1564 (La Plata).<br>Delegado por la Dirección de Investigaciones Forestales, Azcuénaga 1344, Capital. |
| Giambiagi, Nélida * | Doctora en Ciencias Naturales.<br>Zabala 3034, Capital.<br>INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital. |
| Giménez Jorge P. * | Ing. Agr.<br>Luis Sáenz Peña 2827, Martínez, F.C.N.G.B.M.<br>Delegado por Agua y Energía Eléctrica, Carlos Calvo 2969, Cap. — Fac. de Agronomía y Veterinaria (Univers. de Bs. Aires). |
| González Bonorino, Félix | Doctor en Ciencias Naturales.<br>Facultad de Ciencias Exactas, Perú 222, Capital. |
| Goor, Amihud Y. | B.Sc. M.Sc. PhD. DF.<br>Maipú 919, Capital.<br>F.A.O. Administración de Bosques. |
| Gorelik, Pedro | Doctor en Ciencias Naturales (Geología).<br>Calle 49 nº 1325 (La Plata).<br>Ministerio de Asuntos Agrarios de la Prov. de Bs. As. Servicios de Laboratorios — Dirección de Agricultura, La Plata (Provincia de Buenos Aires). |
| Grassi, Carlos J. | Ing. Agr.<br>Facultad de Ciencias Agrarias, Almte. Brown 500, Chacras de Coria (Mendoza). |
| Grattoni, Silvio | Ing. Agr.<br>Calle 6 nº 1337 (La Plata).<br>Asesor agroeconómico de la Provincia del Chubut. Delegado por el Ministerio de Economía, Rawson (Chubut). |

* Adherente a la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo (Sección Argentina).

GRÜNER, ANTONIO — Ing. Químico.
Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección de Suelos y Química Agrícola.
Boulevard Pellegrini 3100 (Santa Fe).

GUEDES, OSCAR J. * — Ing. Agr.
República 31 (Villa Ballester). F.C.N.G.B.M.
INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital.

GUICHANDUT, VIOLETA SHORE DE * — Ing. Agr.
Norberto de la Riestra, F.C.N.G.R.

GUIÑAZÚ, JOSÉ ROMÁN * — Geólogo.
Juramento 3769, Capital.

GUIRAUT, LILIA P. F. DE — Doctora en Química.
Suipacha 434, Ramos Mejía.
Delegada por el Laboratorio de Agua y Energía Eléctrica, Carlos Calvo 2969, Capital.

HALBINGER, ROBERTO E. — Ing. Agr.
Delegado por la Fac. de Agronomía y Veterinaria.
Univ. de Bs. Aires. Av. San Martín 4453, Capital.

HALPERIN, LEONARDO * — Ing. Agr.
Federico Lacroze 2145, Dto. C., Capital.
INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital.

HALPERIN, DELIA R. DE * — Doctora en Ciencias Naturales.
Federico Lacroze 2145, Dto. C., Capital.
Facultad de Ciencias Exactas, Perú 222, Capital.

IMFELD, EUGENIO G. * — Ing. Agr.
Juan B. Cabral 49, Resistencia (Chaco).
Ministerio de Agricultura del Chaco, Santa Fe 124, Resistencia (Chaco).

INSTITUTO DE EDAFOLOGÍA E HIDROLOGÍA * — Universidad Nacional del Sur.
Avenida Alem 925 (Bahía Blanca).

IPUCHA AGUERRE JULIO * — Ing. Agr.
Las Bases 893, Haedo, F.C.N.D.F.S.
INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital.

KALL, GUILLERMO F. — Ing. Agr.
San Luis 145, Villa Ballester, F.C.N.B.M.
Delegado del Gobierno de San Luis, Ayacucho 957 (San Luis).

KRUMMEL, NORBERTO J. — Ing. Agr.
Olazábal 664, Ituzaingó, F.C.N.D.F.S.
Agencia de Extensión Gral. Rodríguez (INTA), Av. España 629, Gral. Rodríguez (Prov. Buenos Aires).

KUSNEZOV, ELIZABETH P. DE * — Doctora en Ciencias Naturales.
Mendoza 3391, San Miguel de Tucumán.
Delegada por el Instituto Miguel Lillo — Universidad Nacional de Tucumán, Miguel Lillo 205 (Tucumán).

LANGUELLA, JOSÉ L. — Técnico Químico.
Dirección de Suelos y Química Agrícola.
Boulevard Pellegrini 3100 (Santa Fe).

LASERRE, ETHEL N. E. DE * — Ing. Agr.
Rivadavia 5560, 5º P., Dto. B., Capital.
INTA — Est. Exp. Agropecuaria de Misiones, Cerro Azul (Misiones).

LASERRE, SANTIAGO R. * — Ing. Agr.
Rivadavia 5560, 5º P., Dto. B, Capital.
INTA — Est. Exp. Agropecuaria de Misiones, Cerro Azul (Misiones).

LIEBERMANN, JOSÉ — Doctor en Ciencias Naturales.
Manuela Pedraza 2618, Capital.
Delegado por el Instituto de Patología Vegetal del INTA, Aráoz 2760, Capital.

---

* Adherente a la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo (Sección Argentina).

Mazza, Carlos * — Ing. Agr.
Casilla de Correo 32, Rivera, F.C.N.G.R.
Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Plata, Calle 60 y 118, La Plata (Prov. de Buenos Aires).

López Alaniz, Yoli L. de * — Profesora de Química y Mineralogía.
Presidente Roca 565 (Neuquén), F.C.N.G.R.

López Barreto, Primo * — Experto Hidráulico.
Albarracín 295, Temperley, F.C.N.G.R.
Delegado por Agua y Energía Eléctrica, Lavalle 1554, Capital.

López Domínguez, Horacio * — Doctor en Química.
Francisco Bilbao 3501, Capital.
INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital.

López Taborda, Oscar — Ing. Agr.
Departamento de Conservación y Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables; Ministerio de Ganadería y Agricultura.
Millán 4703, Montevideo (R. O. Uruguay).

Lores, Ricardo Rubén — Ing. Agr.
INTA — Est. Experimental de Pergamino (Prov. de Buenos Aires).

Loureiro, Jorge A. — Ing. Geógrafo.
Balcarce 1486 (Rosario).
Universidad Nacional del Litoral. Delegado por la Fac. de Ciencias Matemáticas, Fisicoquímicas y Naturales Aplicadas a la Industria.

Lundberg, Gustavo A. * — Ing. Agr.
Buenos Aires 547 (Villa Ballester), F.C.N.G.B.M.
Instituto Agrotécnico, Universidad Nacional del Nordeste, Av. Las Heras 727, Resistencia (Chaco).

Luque, Jorge A. — Ing. Agr.
Lugones 252, San Rafael (Mendoza).

Lurati, Marta Susana * — Doctora en Química.
Reconquista 1017, 5º P., Capital.
INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital.

Llorens, Manuel A. — Doctor en Medicina Veterinaria.
Avellaneda 192, Adrogué, F.C.N.G.R.
Instituto de Inseminación Artificial, Suipacha 1016, Capital.

Maccarone, Nicolás P. — Doctor en Química.
Oliden 1341, Capital.

Macera, Eduardo * — Ing. Agr.
Albarracín 1557, 1º P., Dto. D., Capital.
INTA — Est. Experimental del Delta, Casilla de Correo 14, Campana (Prov. de Bs. Aires).

Magi, Alberto Oscar — Ing. Agr.
Rocha 246, Ensenada (Prov. de Buenos Aires).
Delegado por el Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires, La Plata (Prov. de Buenos Aires).

Mallo, Roberto G. — Ing. Agr.
Senillosa 113, Capital.
Director del Instituto de Patología Vegetal (INTA).
Aráoz 1740-60, Capital.

Manzi, Rubén — Profesor.
Dirección de Suelos y Química Agrícola.
Boulevard Pellegrini 3100 (Santa Fe).

Masotta, Héctor T. — Ing. Agr.
Olazábal 5281, Capital.
Delegado por la Comisión Nacional del Río Bermejo.
Avenida Roque Sáenz Peña 501, Capital.

---

* Adherente a la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo (Sección Argentina)

LIO EMILIO S. — Ing. Agr.
Alberti 962, Dto. A., Capital.
Delegado por la Fac. de Agronomía y Veterinaria, Univ. de Bs. As. Av. San Martín 4453, Capital.

MENINATO, RUBÉN — Ing. Agr.
Vera 1378 (Corrientes).
Universidad Nacional del Nordeste, Fac. de Agronomía de Corrientes (Corrientes).

MERZARI, ANÍBAL H. — Ing. Agr.
José Mármol 1667, Florida.
Profesor de Microbiología Agrícola de la Universidad Nacional del Nordeste (Corrientes).

METOHL, EDUARDO J. — Doctor en Ciencias Naturales.
Espora 434, Dto. D., Ramos Mejía.
Delegado por la Dirección Nacional de Geología y Minería, Perú 562, Capital.

MEZA NIELLA, ISABEL * — Ing. Agr.
Plácido Martínez 1565 (Corrientes).
Facultad de Agronomía y Veterinaria (Corrientes).

MIACZYNSKI, CARLOS R. O. * — Ing. Agr.
Pampa 3042, Capital.
INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital.

MIKENBERG, NATALIO * — Ing. Agr.
Arregui 6747, Capital.
INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital.

MOLFINO, RUBÉN H. * — Ing. Agr.
Pasteur 723, Capital.
Facultad de Agronomía de La Plata (Prov. de Buenos Aires).

MOLINA, JORGE S. — Ing. Agr.
Arenales 1472, Martínez, F.C.N.G.B.M.
Instituto Agrotécnico, Universidad Nacional del Nordeste, Av. Las Heras 727, Resistencia (Chaco).

MONEDA, CONSTANTE P. — Doctor en Ciencias Naturales (Geología).
Diagonal 80, 918 (La Plata).
Delegado por el Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires.

MONSALVO, MARTÍN JUAN * — Ing. Agr.
Anguil (La Pampa), F.C.N.D.F.S.
INTA — Est. Experimental de Anguil (La Pampa).

MONTERO, CARLOS A. * — Ing. Agr. *
Montes de Oca 817, 7º P., Capital.
INTA. Delegado por la Est. Exp. Agropecuaria de Cañadón León. — Gobernador Gregores (Santa Cruz).

MONZÓN, MARÍA AZUCENA — 25 de Mayo 1433 (Corrientes).

MORETTI, OSCAR — Ing. Agr.
Humberto Iº 1274, Capital.
Delegado por la Comisión Nacional del Río Bermejo, Avenida Roque Sáenz Peña 501, Capital.

MUHLMANN, MIGUEL M. * — Doctor en Ciencias Naturales.
San Blas 1772, Capital.
YPF (Florencio Varela).

MUSI, JOSÉ OSVALDO * — Ing. Agr.
Viamonte 1123, Capital.

NAZAR, PEDRO — Av. Libertador Gral. San Martín 2555, Capital.

NIJENSOHN, LEÓN * — Ing. Agr.
Av. Roque Sáenz Peña 422 (Mendoza).
Universidad Nacional de Cuyo, Chacras de Coria, Almte. Brown 500 (Mendoza).

* Adherente a la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo (Sección Argentina).

| | |
|---|---|
| Piergentili, Decio | Doctor en Ciencias Naturales.<br>Almte. Brown 2368, Lomas de Zamora.<br>Servicio de Laboratorios, Dirección de Agricultura.<br>Av. Iraola y 60, La Plata. |
| Núñez, Eduardo | Ingeniero.<br>Tacuarí 1223, Capital. |
| Offermann, Alfredo M. * | Ing. Agr.<br>O'Higgins 1586, Capital.<br>Delegado por el Inst. Agrotécnico Económico de Misiones, Félix de Azara 169, Posadas (Misiones). |
| Olíveri, Julio * | Ing. Agr.<br>Pampa 2144, Dto. B., Capital.<br>Dirección Gral. de Economía Agropecuaria, Paseo Colón 974, Capital. |
| Olivero, Elisabeth G. de * | Ing. Agr.<br>INTA — Instituto de Microbiología Agrícola e Industrias Agropecuarias.<br>Federico Lacroze 2154, Capital. |
| Olmos, Félix Segundo * | Ing. Agr.<br>Salta 1590 (Mendoza).<br>Delegado por el Ministerio de Economía, Obras Públicas y Riego e Instituto de Investigaciones de la Vid y del Vino de la Prov. de Mendoza. |
| Paissanidis, Sófocles E. | Ing. Agr.<br>Montevideo 471, Capital.<br>Delegado por el Ministerio de Hacienda y Economía y Centro de Ings. Agrs. de San Juan, Av. 25 de Mayo 305 (San Juan). |
| Palleroni, Norberto J. | Ing. Agr.<br>Rivadavia 649 (Mendoza).<br>Facultad de Ciencias Agrarias, Chacras de Coria (Mendoza). |
| Paoli, Aldo R. J. | Ing. Agr.<br>Mendoza 5305, Capital.<br>INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital. |
| Papadakis, Juan * | Ing. Agr.<br>Córdoba 4564, 7º A. Capital.<br>INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital. |
| Pécora, Edgardo J. * | Ing. Agr.<br>Laguna 186, Capital.<br>INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital. |
| Pereyra, José Manuel * | Ing. Agr.<br>Berutti 3012, Planta baja, Capital<br>INTA — Est. Exp. Agropecuaria de Balcarce, Casilla de Correo 276. Balcarce (Prov. de Buenos Aires). |
| Pereyra Pino, Ricardo M. | Ing. Químico.<br>Alvear 4034 (Santa Fe). |
| Pérez, Mercedes | Prof. en Ciencias Naturales.<br>Adolfo P. Carranza 3066 (Capital). |
| Peters, Héctor F. | Perito Agrónomo.<br>INTA — Agente de Extensión Agropecuaria.<br>Calle 15 nº 1041, Gral. Pico (La Pampa). |
| Petrelli, Augusto *. | Ing. Agr., Doctor en Ciencias Naturales.<br>25 de Mayo 474, Dto. 8 (Córdoba).<br>Instituto Provincial de Asuntos Agrarios y Colonización, Santa Rosa 140 (Córdoba). |
| Petroni, Ricardo I. * | Ing. Agr.<br>Calle 16 Nº 787, Balcarce.<br>INTA — Est. Exp. Agropecuaria de Balcarce, Casilla de Correo 276. Balcarce (Prov. de Buenos Aires). |

* Adherente a la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo (Sección Argentina).

| | |
|---|---|
| Nóbile, Félix J. B. | Doctor en Ciencias Naturales (Geología).<br>Avellaneda 515, Bernal, F.C.N.G.R.<br>Secretaría de Guerra, Direc. Gral. de Ingenieros, Azopardo 250, Capital. |
| Pilasi, Héctor | Ing. Agr.<br>Univ. Nac. de Cuyo, Facultad de Ciencias Agrarias.<br>Almirante Brown 500, Chacras de Coria (Mendoza). |
| Piñeiro, Antonio | Ing. Agr.<br>Delegado por la Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Agronomía (Tucumán). |
| Pizarro, Oswaldo * | Ing. Agr.<br>Clarck 644 (Mendoza).<br>Delegado por el Ministerio de Economía, Obras Públicas y Riego e Instituto de Investigaciones de la Vid y el Vino de la Prov. de Mendoza. |
| Pontussi, Ennio P. * | Ing. Agr.<br>Pueyrredón 913 (Salta).<br>Delegado por la Estación Experimental Agropecuaria de Salta INTA. |
| Poy Costa, Antonio * | Ing. Agr.<br>Avda. de Mayo 1152, Capital.<br>Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Cuyo, Chacras de Coria (Mendoza). |
| Prego, Antonio J. * | Ing. Agr.<br>Yatay 242, Morón, F.C.N.D.F.S.<br>INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital. |
| Prohaska, Federico J. * | Doctor en Filosofía.<br>Darregueyra 2257, 3er. p., Dto. A., Capital.<br>INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital. |
| Quant, Juan * | Ing. Agr.<br>Arcos 2432, Capital.<br>Instituto Agrotécnico — Universidad Nacional del Nordeste, Avda. Las Heras 727, Resistencia (Chaco). |
| Quevedo, Casiano V. * | Ing. Agr.<br>Viamonte 378, Ramos Mejía, F.C.N.D.F.S.<br>INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital. |
| Ramella, Raúl | Ing. Agr.<br>Jorge Newbery 2595, Capital.<br>Jefe del Departamento de Bibliotecas de la Secretaría de Agricultura y Ganadería de la Nación. Paseo Colón 922, Cap. |
| Rapoport, Eduardo H. * | Doctor en Ciencias Naturales.<br>Instituto de Edafología e Hidrología de la Univ. Nac. del Sur, Alem 925. Bahía Blanca (Prov. de Bs. As.). |
| Ratkovic, Milivoj | Doctor en Ciencias Agrarias.<br>Córdoba 939 (San Miguel de Tucumán). |
| Rayces, Enrique G. | Doctor en Ciencias Naturales.<br>Senador Pérez 182 (Jujuy).<br>Delegado. Director del Instituto de Geología y Minería Universidad Nacional de Tucumán — Belgrano 1211 (Jujuy). |
| Reichart, Manfredo A. L. * | Ing. Agr.<br>Labardén 47, Martínez, F.C.N.G.B.M.<br>Delegado por el Instituto Agrotécnico Económico de Misiones, Félix de Azara 169, Posadas (Misiones). |
| Reynolds, Roberto | Av. Figueroa Alcorta 3540, 4º Piso, Dto. 4 (Capital). |
| Riccitelli, José A. * | Ing. Agr.<br>Neuquén 535, Capital.<br>Delegado por la Facultad de Agronomía y Veterinaria (Univ. de Bs. As.), Avenida San Martín 4453, Capital. |

* Adherente a la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo (Sección Argentina).

Riopedre, Antonio F. — Defensa 1442, Capital.

Ríos, Miguel Ángel * — Ing. Agr.
Calle 23, Nº 61, Presidencia Roque Sáenz Peña (Chaco).
INTA — Est. Exp. Agropecuaria de Presidencia R. S. Peña (Chaco).

Romanella, Carlos — Ing. Agr.
Colón 460 (Mendoza).
Delegado por el Departamento General de Irrigación de la Provincia de Mendoza, Barcalá y Av. España (Mendoza).

Rondini, María A. S. de * — Doctora en bioquímica.
Av. Libertador Gral. San Martín 6499, 1º B, Capital.
INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital.

Rossell, Ramón A. * — Licenciado en Química.
Alvarado 227 (Bahía Blanca).
Avda. Alem 925, Bahía Blanca (Prov. de Bs. As.).

Roth, Alberto — Santo Pipó (Misiones).

Ruiz Huidobro, Oscar — Doctor en Ciencias Naturales.
Delegado por la Dirección Nacional de Geología y Minería. Perú 562, Capital.

Russo, Gerardo H. Raúl — Guaviyú 2354, 3er. p. C., Montevideo (R. O. del Uruguay).

Sabella, Luis Jorge — Ing. Agr.
Paraguay 3702, Capital.
INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital.

Sales, Marcos — Ing. Agr.
Alvear 4034 (Santa Fe).

Sauberán, Carlos — Ing. Agr.
Asociación Amigos del Suelo. Av. Alvear 1654, Capital.

Scartascini, Guillermo — Doctor en Ciencias Naturales.
San Mariano 494, Temperley, F.C.N.G.R.
Delegado por la Universidad Católica Argentina.

Schiel, Enrique — Ing. Agr.
INTA — Instituto de Microbiología e Industrias Agropecuarias, Federico Lacroze 2154, Capital.

Serralunga, E. U. * — Avda. Colón 80 (Bahía Blanca).
Universidad del Sur, Avda. Alem 925, Bahía Blanca (Prov. de Bs. As.).

Siches, Carlos W. — Geólogo.
Delegado por Agua y Energía Eléctrica, Lavalle 1554, Capital.

Siragusa, Alfredo * — Doctor en Ciencias Naturales.
Sanabria 2471, Dto. A. Capital.
Dirección Gral. de Parques Nacionales, Santa Fe 690, Capital.

Solari, Alejandro — Ing. Civil.
Florida 910, Capital.

Spollansky, Enrique * — Ing. Agr.
Aberastain 342 (San Juan).

Sosa, Alcides V. — Ing. Químico.
Alvear 4034 (Santa Fe).

Stillo, Fernando S. — Estomba 2020 (Capital).
INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101 (Capital).

Struffolino, Alfonso * — Ing. Agr.
Alberti 372, 4º P., Dto. 8, Capital.
Mathieson Atanor, Av. R. S. Peña 1219, Capital.

Takacs, Esteban A. * — Ing. Agr.
Vallejos 3379, Capital.
Delegado por la Comisión Nacional del Río Bermejo, Av. R. S. Peña 501, Capital.

TALLARICO, LUIS A. * — Ing. Agr.
Espinosa 89, 2º F., Capital.
INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital.

TELLEZ, MARIANO ALFREDO — Ing. Agr.
Arenales 1487, 1er. p., Capital.

TOBLER BOTTINI, HERMANN — Ing. Agr.
25 de Mayo 306, Montevideo (R. O. del Uruguay).
Depart. de Recursos Natur. Renovables, M.G.A., Millán 4703, Montevideo (R. O. del Uruguay).

TORTORELLI, ULISES R. * — Ing. Agr.
Donato Alvarez 1673, Capital.
Stauffer Argentina SACI, Córdoba 1367, 2º p., Capital.

TREVISÁN, SILVANO J. — Ing. Agr.
Laboratorio de Ensayo de Materiales e Investigaciones Tecnológicas (LEMIT), Calle 52 entre 121 y 122 (La Plata).

TSCHAPEK, MARCOS * — Doctor.
INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital.

TURCO GRECO, CARLOS A. — Cartógrafo.
Hortiguera 347, Capital.
Delegado por el Centro Argentino de Cartografía, Avda. Libertador Gral. San Martín 1850, Capital.

VAVRUSKA, FERNANDO A. * — Ing. Agr.
Zapiola 1701, Capital.
INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital.

VÁZQUEZ, JUAN B. — Doctor en Ciencias Naturales.
2º Congreso 137, Barrio Maipú (Córdoba).
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (Universidad Nacional de Córdoba).

WEBER, TEODORO F. * — Ing. Agr.
Condarco 4298, Capital.
INTA — Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Capital.

WYDLER, RICARDO E. * — Ing. Agr.
Belén 146, Capital.
Delegado por Agua y Energía Eléctrica, Lavalle 1554, Capital.

YEPES, MANUELA — Dra. en Química.
INTA, Instituto de Microbiología e Industrias Agropecuarias.
Federico Lacroze 2154, Capital.

YOURCHENKO, NICOLÁS — Ing. Forestal.
Casilla de Correo nº E 114, Suc. 34, B.
Dirección de Investigaciones Forestales.

ZAFFANELLA, MATILDE G. DE * — Doctora en Ciencias Naturales.
Casilla de Correo nº 64 (Pergamino).
INTA — Est. Exp. Agropecuaria de Pergamino (Prov. de Buenos Aires).

ZAFFANELLA, MARINO J. * — Ing. Agr.
Casilla de Correo nº 64 (Pergamino).
INTA — Est. Exp. Agropecuaria de Pergamino (Prov. de Buenos Aires).

ZANINI, CARLOS A. — Ing. Agr.
INTA — Agencia de Extensión, 25 de Mayo 123, Lincoln.

ZEMBORAIN, RICARDO A. * — Ing. Agr. *
Paraná 1247, 2º p., Dto. A. Capital.
GEO — Estudio de Ingeniería, Bernardo de Yrigoyen 546, 1º p., Capital.

# ÍNDICE GENERAL



## SESIONES DE COMISIÓN

### I. FÍSICA Y FISICOQUÍMICA



### II. QUÍMICA

## III. BIOLOGÍA



## IV. FERTILIDAD Y NUTRICIÓN VEGETAL



## V. GÉNESIS. CLASIFICACIÓN Y CARTOGRAFÍA

## VI. TECNOLOGÍA

## VII. MINERALOGÍA



## VIII. VARIOS

## PRIMERA REUNIÓN ARGENTINA DE LA CIENCIA DEL SUELO

### COMISIÓN ORGANIZADORA

*Presidente*: Ing. Agr. Antonio J. Prego
*Vicepresidente*: Ing. Agr. Oscar J. Guedes
*Secretario*: Dr. Roberto V. A. Caravello
*Secretaria de actas*: Dra. Nélida Giambiagi.

## MESA DIRECTIVA DE LA PRIMERA REUNIÓN ARGENTINA DE LA CIENCIA DEL SUELO

*Presidente*: Ing. Agr. Manfredo A. L. Reichart
*Vicepresidente*: Ing. Agr. Jorge I. Bellati
*Secretario*: Ing. Agr. Julio Ipucha Aguerre
*Secretario de actas*: Ing. Agr. Edgardo J. Pécora

## COMISIONES DE LA REUNIÓN

### Comisión I. — Física y Fisicoquímica

*Presidente*: Ing. Agr. León Nijensohn. *Secretario*: Ing. Agr. Mario Amor Asunción. *Primer suplente*: Ing. Agr. José F. Barbagallo

### Comisión II. — Química

*Presidente*: Ing. Quím. Luis A. Cerana. *Secretario*: Dr. Horacio López Domínguez. *Primer suplente*: Dra. María A. S. de Rondini

### Comisión III. — Biología

*Presidente*: Ing. Agr. Jorge S. Molina. *Secretaria*: María A. S. de Rondini. *Primer suplente*: Ing. Agr. Leonardo Halperín

### Comisión IV. — Fertilidad y Nutrición Vegetal

*Presidente*: Ing. Agr. Alfredo M. Offermann. *Secretario*: Ing. Agr. Marino J. R. Zaffanella. *Primer suplente*: Ing. Agr. Félix S. Olmos

Comisión V. — Génesis, Clasificación y Cartografía

*Presidente*: Dr. Pedro H. Etchevehere. *Secretario*: Ing. Agr. Oscar Moretti. *Primer suplente*: Ing. Agr. Carlos Romanella

Comisión VI. — Tecnología

*Presidente*: Ing. Agr. Heriberto G. Fisher. *Secretario*: Ing. Agr. Armando L. De Fina. *Primer suplente*: Ing. Agr. Casiano V. Quevedo

Comisión VII. — Mineralogía

*Presidenta*: Prof. Yolí L. de López Alaniz. *Secretario*: Geol. José R. Guiñazú. *Primer suplente*: Dr. Oscar A. Dujmovich

Comisión VIII. — Varios

*Presidente*: Ing. Agr. Juan Papadakis. *Secretario*: Dr. Marcos Tschapek. *Primer suplente*: Ing. Agr. José E. Calcagno.

## RELATORES DE LA REUNIÓN

Dr. Marcos Tschapek (Comis. I. — Física y Fisicoquímica)

Ing. Agr. León Nijensohn (Comis. II. — Química)

Ing. Agr. Norberto J. Palleroni (Comis. III. — Biología)

Ing. Agr. Manfredo A. L. Reichart (Comis. IV. — Fertilidad y Nutrición Vegetal)

Ing. Agr. Juan Papadakis (Comis. V. — Génesis, Clasificación y Cartografía)

Ing. Agr. Jorge S. Molina (Comis. VI. — Tecnología)

Dr. Félix González Bonorino (Comis. VII. — Mineralogía)

# ACTAS DE LA PRIMERA REUNIÓN ARGENTINA DE LA CIENCIA DEL SUELO

**Introducción.**

La Sección Argentina de la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo, constituída por un grupo de profesionales dedicados a esta disciplina, decidió organizar, como manifestación trascendente de sus actividades, la Primera Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo a celebrarse en nuestro país.

Con ese propósito, la asamblea de miembros de la Sección Argentina, el 3 de marzo de 1959 designó una comisión encargada de llevar a cabo dicha reunión, con los objetivos siguientes:

1. Intensificar el acercamiento de cuantos a través de la investigación, experimentación o tecnología, contribuyen directa o indirectamente al desarrollo de la Ciencia del Suelo.
2. Reunir el mayor aporte posible de trabajos inéditos.
3. Discutir nuevas tendencias o avances científicos y el estado actual de la Ciencia del Suelo en nuestro país.
4. Promover la difusión de las conclusiones que se obtengan.
5. Propiciar la concurrencia argentina al próximo Congreso Internacional de la Ciencia del Suelo, a efectuarse en Wisconsin, U.S.A. en 1960.
6. Fijar la fecha y sede de la próxima reunión.

La Comisión Organizadora quedó así integrada:

| | |
|---|---|
| *Presidente*: | Ing. Agr. Antonio J. Prego |
| *Vicepresidente*: | Ing. Agr. Oscar J. Guedes |
| *Secretario*: | Dr. Roberto V. A. Caravello |
| *Tesorero*: | Dr. Dino A. Cappannini (1) |
| *Secretaria*: | Dra. Nélida Giambiagi |

En cumplimiento del mandato conferido por la asamblea mencionada, la Comisión ejecutó las siguientes medidas preparatorias:

Designación de Delegados en el interior del país:

(1) Renunció por ausentarse del país.

Delegado en:

| | |
|---|---|
| Catamarca y La Rioja | Ing. Agr. José Abitbol |
| Santa Fe ........... | Ing. Quím. Luis A. Cerana |
| Chaco y Formosa ... | Ing. Agr. Jorge S. Molina |
| La Pampa ......... | Ing. Agr. Martín J. Monsalvo |
| Corrientes ......... | Ing. Agr. José O. Musi |
| Cuyo ............... | Ing. Agr. León Nijensohn |
| Misiones .......... | Ing. Agr. Alfredo M. Offermann |
| Balcarce ............ | Ing. Agr. José M. Pereyra |
| Noroeste ........... | Ing. Agr. Antonio Piñeiro |
| Bahía Blanca ....... | Dr. Eduardo Rapoport |
| Pergamino ......... | Ing. Agr. Marino J. R. Zaffanella |

Designación de un Secretario de Prensa, señor Carlos E. Badell.

Redacción del reglamento a que debía ajustarse el desarrollo de la Primera Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo.

Designación de siete especialistas encargados de iniciar las sesiones de cada una de las comisiones, excepto la de Varios, con una revisión del estado actual de la Ciencia del Suelo en cada rama de la misma. Estos relatores fueron:

| | |
|---|---|
| *Comisión I*: | *Física y Fisicoquímica*: Dr. Marcos Tschapek. |
| *Comisión II*: | *Química*: Ing. Agr. León Nijensohn. |
| *Comisión III*: | *Biología*: Ing. Agr. Norberto J. Palleroni. |
| *Comisión IV*: | *Fertilidad y Nutrición Vegetal*: Ing. Agr. Manfredo A. L. Reichart. |
| *Comisión V*: | *Génesis, Clasificación y Cartografía*: Ing. Agr. Juan Papadakis. |
| *Comisión VI*: | *Tecnología*: Ing. Agr. Jorge S. Molina. |
| *Comisión VII*: | *Mineralogía*: Dr. Félix González Bonorino. |

Invitación a participar en la Reunión a Ministerios Nacionales y Provinciales, Universidades, reparticiones públicas y entidades privadas vinculadas en alguna manera con los temas a tratarse.

Información periódica a los adherentes de la Sección Argentina de los adelantos alcanzados en las tareas de organización de la misma.

Gestiones para lograr el apoyo del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (I.N.T.A.), Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Instituto de Suelos y Agrotecnia,

Honorable Senado de la Nación, Honorable Cámara de Diputados de la Nación y empresas comerciales diversas.

Solicitud a la Oficina de Información de la Organización de los Estados Americanos (O.E.A.) para utilizar su sede como asiento de la Reunión.

Designación de una Subcomisión de recepción y ordenamiento de los trabajos, comunicaciones y ponencias, la que quedó integrada por los Ings. Agrs. Casiano V. Quevedo y José E. Calcagno.

Publicación de los resúmenes de las contribuciones recibidas hasta el 30 de agosto de 1959.

Preparación del programa de la Reunión y aprobación como distintivo oficial de la misma el proyectado por el Ing. Agr. Jorge I. Bellati.

La realización de esta Primera Reunión contó con el auxilio económico del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, del I.N.T.A. y de las siguientes firmas comerciales: Archilnit, Concord S.A.I.C., Compañía Química S. A., Fertimaq, Leach's Argentine States Ltda. y Mathieson-Atanor.

La Comisión Organizadora, al publicar las actas de esta Primera Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo, deja constancia de su expresivo reconocimiento a los organismos oficiales y privados, así como a cuantos con su apoyo y colaboración hicieron posible cumplir los propósitos precedentemente señalados.

La Comisión Organizadora.

Buenos Aires, marzo de 1960.

## PROGRAMA DE LA REUNIÓN

El desarrollo de la Primera Reunión Argentina, que se llevó a cabo durante el mes de setiembre de 1959, en el local de la Oficina de Información de la Organización de los Estados Americanos (O.E.A.), Avenida de Mayo 760, en la ciudad de Buenos Aires, se ajustó al siguiente programa preparado por la Comisión Organizadora.

Lunes 7:

- 9 h. Sesión preparatoria.
- 11 h. Sesión inaugural.
- 14 h. Función cinematográfica. "El bosque saqueado". Universidad Nacional de Tucumán.
- 15 h. Sesión de comisión. Comisión VII (Mineralogía).
- 18 h. Sesión de comisión. Comisión I (Física y Fisicoquímica).

Martes 8:

- 9 h. Sesión de comisión. Comisión II (Química).
- 14 h. Función cinematográfica. "La erosión del suelo". Universidad Nacional de Buenos Aires.
- 15 h. Sesión de comisión. Comisión III (Biología).
- 19 h. Sesión de comisión. Comisión VIII (Varios).

Miércoles 9:

- 9 h. Sesión de comisión. Comisión IV (Fertilidad y Nutrición Vegetal).
- 14 h. Función cinematográfica. "Mejores cosechas". Mathieson Atanor.
- 15 h. Sesión de comisión. Comisión V (Génesis, Clasificación y Cartografía).

Jueves 10:

- 9 h. Sesión de comisión. Comisión VI (Tecnología).
- 14 h. Función cinematográfica. "Agotamiento y erosión de suelos en el Chaco" y "Agotamiento, erosión y recuperación de suelos en Misiones". Universidad Nacional del Nordeste.
- 15 h. Sesión plenaria de informes de comisión.

Viernes 11:

- 9 h. Sesión plenaria de discusión de adelantos en la Ciencia del Suelo.
- 14 h. Función cinematográfica. "Las fuerzas del cielo austral". Realizada y comentada por el señor Roberto Reynols.
- 16.30 h. Sesión de clausura.
- 19 h. Cóctel.

# SESIÓN PREPARATORIA

## (ACTA Nº 1)

En Buenos Aires y en el local de la Oficina de Información de la Organización de los Estados Americanos (O.E.A.), siendo las nueve horas y cincuenta del siete de septiembre de mil novecientos cincuenta y nueve, se inicia la sesión preparatoria de la Primera Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo, con el fin de elegir la mesa directiva de la misma y los integrantes de las comisiones previstas. Preside el señor Antonio J. Prego, titular de la Comisión Organizadora, hallándose también presentes el vicepresidente, el secretario y la secretaria de actas de dicha comisión, Sres. Oscar J. Guedes y Roberto V. A. Caravello y Srta. Nélida Giambiagi, respectivamente; asisten alrededor de setenta miembros activos.

Propuesta y aceptada la provisión de los distintos cargos por el voto secreto de cada uno de los presentes, se designa a los Sres. Félix S. Olmos y Ennio P. Pontussi para constituir la Comisión Escrutadora.

Para el cargo de *presidente* de la Reunión se proponen como candidatos a los Sres. Jorge I. Bellati, Eduardo A. Barreira, León Nijensohn y Manfredo A. L. Reichart, quienes obtienen 12, 3, 5 y 42 votos, respectivamente. En consecuencia, se proclama al señor Reichart presidente de la Reunión.

Para *vicepresidente* son propuestos los Sres. J. I. Bellati, Jorge S. Molina y L. Nijensohn, quienes en ese orden obtienen 39, 12 y 16 votos. Se reconoce al Sr. Bellati como vicepresidente de la Reunión.

Para *secretario general* son candidatos los señores E. A. Barreira, Luis A. Cerana, Julio Ipucha Aguerre y J. S. Molina, quienes logran, respectivamente, 6, 8, 36 y 17 votos. El Sr. Ipucha Aguerre es reconocido como secretario general.

Para *secretario de actas* se proponen los señores Mario A. Di Fonzo, Edgardo J. Pécora y E. P. Pontussi, quienes obtienen 20, 32 y 16 votos. Se proclama al Sr. Pécora secretario de actas de la Reunión.

Se pasa después a elegir los presidentes y secretarios de las ocho comisiones que considerarán las contribuciones presentadas.

Para integrar la Comisión I (*Física y Fisicoquímica*), se proponen para presidente a los señores Mario J. Amor Asunción, José F. Barbagallo, L. A. Cerana y L. Nijensohn, los que obtienen 18, 8, 13 y 32 votos, respectivamente; para secretario, a los Sres. M. J. Amor Asunción, J. F. Barbagallo, L. A. Cerana y Aldo R. J. Paoli, quienes logran 33, 12, 13 y 4 votos en el orden mencionado. Se reconoce a los Sres. Nijensohn y Amor Asunción como presidente y secretario de esta comisión.

A fin de no demorar la elección, se aprueba por gran mayoría votar únicamente para el cargo de presidente de la Comisión y reconocer como secretario al delegado que siga al candidato a presidente en orden de votos.

Para la Comisión II (*Química*), son propuestos la Sra. María A. S. de Rondini y los Sres. L. A. Cerana, Jorge P. Giménez y Horacio López Domínguez, quienes obtienen 16, 34, 7 y 18 votos, respectivamente. Se reconoce a los Sres. Cerana y López Domínguez como presidente y secretario de esta comisión.

Para la Comisión III (*Biología*), son candidatos la Sra. M. A. S. de Rondini y los Sres. Antonio J. Garbosky, Roberto E. Halbinger, Leonardo Halperín, Aníbal H. Merzari, J. S. Molina y Eduardo Rapoport, quienes obtienen 17, 5, 8, 17, 6, 21 y 3 votos, respectivamente. Se proclama al Sr. Molina presidente de la comisión; registrándose igualdad de votos entre la Sra. Rondini y el Sr. Halperín, se posterga la elección de desempate, para dar lugar a la sesión inaugural, siendo las once horas y diez.

Se reinicia la sesión a las catorce horas y cuarenta, procediéndose a votar nuevamente para decidir por los dos candidatos que obtuvieron el mismo número de votos en la Comisión de Biología. Al producirse una situación análoga a la anterior (23 votos a favor de cada uno de ellos), y luego de aprobarse la moción de recurrir al sorteo, la Sra. de Rondini es elegida secretaria de la referida *Comisión de Biología.*

Para la Comisión IV (*Fertilidad y Nutrición Vegetal*), se propone a los Sres. José O. Musi, Alfredo M. Offermann, F. S. Olmos y Marino J. R. Zaffanella, quienes logran 5, 29, 8 y 17 votos, res-

pectivamente. Se proclama a los Sres. Offermann y Zaffanella, presidente y secretario de esta comisión.

Para la Comisión V (*Génesis, Clasificación y Cartografía*), son propuestos los Sres. Pedro H. Etchevehere, Oscar Moretti y Carlos Romanella, quienes obtienen en el orden en que se mencionan 30, 20 y 16 votos. Por lo tanto, se reconoce a los señores Etchevehere y Moretti como presidente y secretario de esta comisión.

Para la Comisión VI (*Tecnología*), son candidatos los Sres. Armando L. de Fina, Heriberto G. Fisher y Casiano V. Quevedo, quienes obtienen 26, 28 y 17 votos, respectivamente. Se proclama a los Sres. Fisher y De Fina presidente y secretario de esta comisión.

Para la Comisión VII (*Mineralogía*), se propone a la Sra. Yolí L. de López Alaniz y a los Sres. Oscar A. Dujmovich y José R. Guiñazú, quienes obtienen 39, 13 y 21 votos, respectivamente. La Sra. de López Alaniz y el Sr. Guiñazú son reconocidos como presidente y secretario de esta comisión.

Para la Comisión VIII (*Varios*), son propuestos los Sres. José E. Calcagno, Antonio de Paul Fantini, Juan Papadakis y Marcos Tschapek, quienes logran 8, 7, 42 y 12 votos, respectivamente. Se reconoce a los Sres. Papadakis y Tschapek como presidente y secretario de esta comisión.

Luego de aclararse que, en ausencia del presidente de comisión, lo reemplazará el secretario y a éste el primer suplente, considerándose como tal a la persona que haya logrado el mayor número de votos después del secretario, se hace cargo de la Reunión la Mesa Directiva que se acaba de elegir.

La sesión finaliza a las quince horas veinte, previas palabras del presidente, Sr. Reichart, para agradecer su designación.

# SESIÓN INAUGURAL

## (ACTA Nº 2)

En Buenos Aires, siendo las once horas y treinta del siete de setiembre de mil novecientos cincuenta y nueve, se da comienzo a la sesión inaugural de la Primera Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo. Preside el Sr. M. A. Reichart, asistiendo los demás integrantes de la Mesa Directiva, Sres. J. I. Bellati, J. Ipucha Aguerre y E. J. Pécora y los miembros de la Comisión Organizadora, Sres. A. J. Prego, O. J. Guedes, R. V. A. Caravello y Srta. N. Giambiagi. Se destaca la presencia del Subsecretario de Agricultura y Ganadería de la Nación, Ing. Rafael García Mata, quien concurre en representación del titular de esa Secretaría de Estado; del director de la zona Sur del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Ing. Manuel Elgueta, del presidente, consejero, director general y directores asistentes del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (I.N.T.A.), Ings. Horacio C. E. Giberti, Elías Chorny, Ubaldo C. García, Norberto A. R. Reichart y Dr. José M. R. Quevedo, respectivamente.

El Sr. Prego, en su carácter de presidente de la Comisión Organizadora, pronuncia el discurso de apertura, reseñando los antecedentes y alcances de la Reunión.

Seguidamente el presidente, Sr. Reichart, agradece la presencia de los funcionarios oficiales, reiterando su reconocimiento por la distinción que le acordaron los asambleístas. Elogia la labor preliminar del Sr. Prego y de la Comisión Organizadora, manifestando, además, que la concurrencia numerosa y el gran número de trabajos presentados anticipan el buen éxito de la Reunión.

El Ing. García Mata hace uso de la palabra, destacando la oportunidad de la Reunión, en momentos en que al país le es absolutamente necesario aumentar su producción. (Sus expresiones se transcriben a continuación del discurso del presidente de la Comisión Organizadora.)

Siendo las doce horas y diez, se levanta la sesión.

### Discurso del Presidente de la Comisión Organizadora, Ing. Agr. Antonio J. Prego

*Los investigadores que consagran sus energías a trabajar por el progreso de la Ciencia del Suelo se agrupan en una entidad internacional destinada a promover el desarrollo de esta novel rama de los conocimientos humanos, mediante la vinculación permanente de los científicos a ella dedicados, y*

*para lo cual se organizan periódicamente congresos y reuniones regionales, nacionales y mundiales.*

*Esta organización, que une a los edafólogos de todo el mundo, se denomina* Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo *y posee, con el carácter de filiales, asociaciones nacionales en diversos países, conocidas con el nombre de* Sección.

*La Sección Argentina es, quizás, la más joven del mundo, porque cuenta recién con un año de existencia, ya que se constituyó de modo orgánico en 1958, ocasión en que se dio sus primeras autoridades nacionales. La iniciativa de constituirla recibió el entusiasta apoyo de numerosos especialistas y es así que a la fecha cuenta con más de 50 afiliados, número que ha de ir en rápido crecimiento.*

*A poco tiempo de establecida la Seccional Argentina, surgió la iniciativa de convocar a una reunión científica especializada en el país. A principios de marzo del corriente año se llevó a cabo una asamblea general de asociados y, luego de discutir a fondo las posibilidades reales de realizar un congreso que reflejara la situación de esta disciplina en el país, decidióse por unanimidad realizar en setiembre de 1959 la* Primera Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo. *Inmediatamente de adoptada tal decisión, se procedió a designar la Comisión Organizadora de la Reunión.*

*Corresponde destacar el espíritu que reinó desde el primer momento, entre los asambleístas que decidieron la realización de la Reunión. Era preciso, se afirmó de modo rotundo y unánime, que participaran de estas jornadas de la Ciencia del Suelo, todos los sectores que en el ámbito nacional trabajan por el progreso de la especialidad. Al logro de tal objetivo estuvieron, desde su comienzo mismo, dirigidos los esfuerzos de la Comisión Organizadora. Fué así, que además de la Mesa Directiva, formada por cinco técnicos de la especialidad, la Comisión estuvo integrada por edafólogos provenientes de los diversos sectores de la actividad nacional: profesores de siete Universidades, investigadores de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (I.N.T.A.) y de entidades privadas, y profesionales libres; con el mismo criterio, se seleccionó entre los especialistas de dichas entidades, a los relatores que desarrollarán los temas básicos de las siete secciones en que está dividido el campo de actividad de la Ciencia del Suelo, a saber: Mineralogía, Física, Química, Biología, Fertilidad, Génesis, Clasificación y Cartografía y Tecnología; para cada una de estas secciones funcionará una comisión que se completará con una de Varios. Es preciso dejar pública constancia del excelente espíritu de colaboración de todas las instituciones y personas a las que se recurrió, debiendo hacer presente la Comisión, por mi intermedio, que gracias a ello pudo alcanzarse cabalmente el objetivo fijado por la Asamblea, en el sentido de lograr que la Reunión sea una fiel expresión del esfuerzo de todos cuantos en el país trabajan en esta actividad.*

*En especial, queremos hacer llegar nuestro agradecimiento al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, al Instituto de Suelos y Agrotecnia, al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas y a las firmas comerciales de plaza, que han demostrado su sensibilidad social apoyando económicamente y con su adhesión técnica a esta Primera Reunión, así como a las numerosas instituciones públicas y privadas que también han remitido su adhesión.*

*Los objetivos centrales perseguidos al realizar esta jornada científica, fueron el de promover el progreso de la Ciencia del Suelo en el país y adherir, con carácter de preparación, al* VII Congreso Internacional *de la especialidad, a desarrollarse en Wisconsin, Estados Unidos de América, en agosto de 1960. Para la consecución de tan elevado objetivo fundamental, la Reunión procurará:* a) *vincular a los científicos y técnicos que en el país laboran en la especialidad;* b) *dar la ocasión para la cristalización y publicación de numerosos trabajos inéditos o terminados, pero sin concretarse en un aporte documental;* c) *debatir a fondo la situación de la Ciencia del Suelo en el país y las causas de su estado y proponer medidas tendientes a su rápido progreso;* d) *facilitar la capacitación de numerosos técnicos y profesionales dedicados a la especialidad o con interés por la misma, para lo cual se ha posibilitado la concurrencia de quienes así lo deseen a todas las secciones, al programar las reuniones de las distintas comisiones sin ninguna superposición;* e) *constituir un ambiente de intenso trabajo durante toda una semana de estudios especializados en largas jornadas de labor, a efectos de contribuir por vía del ejemplo, a formar en el país la conciencia de que es preciso dedicar intensos y sostenidos esfuerzos, si es que se desea con seriedad sacar a la nación del punto muerto en que se halla. Puede adelantarse que ya estamos palpando la respuesta; basta sólo ver el ritmo y la intensidad con que muchos investigadores han respondido al llamado para en-*

*viar aportes a esta reunión científica. Se han recibido ya más de 90 contribuciones y con las que sabemos que han de sumarse en estos días, seguramente ha de superarse el centenar. Ello demuestra que la base existe, y que basta el llamado serio y el clima adecuado, para que pronto se supere el mediocre nivel general que padece el país en todas las ramas de sus actividades.*

*Finalmente, quisiera decir breves palabras acerca de la trascendencia que para el país encierra la realización de un congreso científico sobre suelos. Es ya casi un lugar común, decir que el 95 % de nuestras divisas proceden del agro. Pero no todos han reflexionado que ese 95 % se sustenta sobre la tierra. No es pretensión de especialista señalar la importancia fundamental que el suelo tiene en este país.*

*No hace mucho tiempo, la CEPAL realizó un exhaustivo estudio de la economía nacional con especial referencia a la economía agraria. Una de las conclusiones básicas del informe señala el estancamiento de la producción agropecuaria y agrega, que su incremento por medio del tradicional recurso de incorporar nuevas tierras de la región pampeana (carnes y granos) a la explotación agraria ya no es viable, porque, prácticamente, todo lo disponible está ya bajo uso agropecuario. Queda entonces, sólo el camino del aumento del rendimiento por vía de la tecnificación, pero una tecnificación racional, equilibrada, científica, que no debe confundirse, por ejemplo, con una indiscriminada mecanización masal que, en materia de suelos, puede provocar más perjuicios que beneficios.*

*Por ello, la realización de una reunión científica sobre suelos no está desconectada de las urgencias nacionales del momento; al contrario: el sólido conocimiento de los suelos, de sus características, de sus propiedades, de sus problemas, de las bases de su manejo, de las leyes que rigen su dinámica interna, de los sistemas a qué recurrir para tratar de mantenerlo lo más cerca posible del equilibrio natural, a pesar de la explotación a que debe sometérselo, todo esto, exige un conocimiento profundo del suelo, que dé las normas para utilizarlo con intensidad, para que rinda el doble si es preciso, pero sin deteriorarlo, sin exponerlo a la degradación que acecha detrás del uso intensivo en cuanto éste se lleve a cabo irracionalmente, rutinariamente, sin respeto por la aptitud natural, es decir, sin conocerlo y sin saber cómo se lo debe manejar.*

*Estamos convencidos de que las arduas discusiones y las largas horas de trabajo que, como corresponde a toda reunión científica, han de sucederse durante la semana en este ambiente propicio de la OEA, a quien agradecemos la generosa hospitalidad brindada, permitirán alcanzar una serie de adelantos para el progreso de la Ciencia del Suelo y por ende de la economía nacional y para el perfeccionamiento intelectual y espiritual del hombre, suprema meta a la que deben aspirar todas las sociedades cultas de la Tierra.*

## Discurso del Subsecretario de Agricultura y Ganadería de la Nación, Ing. Agr. Rafael García Mata

*El Presidente de la Comisión Organizadora de esta Primera Reunión, ingeniero Prego, se ha referido a la importancia que tiene para el país la investigación y la difusión del conocimiento de nuestro suelo, su fertilidad y su capacidad como base de nuestra principal riqueza.*

*Se encuentra el país en un momento especial en que le es absolutamente necesario crecer, aumentar su producción, desarrollarse. No es ya fácil, como otrora, ni posible, crecer en extensión, sobre la base de poner en producción nuevas tierras incultas. Ya en 1907, Ramos Mejía sostuvo que no había más desiertos en el país, queriendo señalar con ello que todas las tierras de posible aptitud agrícola o ganadera se encontraban distribuídas y ocupadas. Con el tiempo eso se hizo doblemente cierto, pues esas tierras han producido y entregado al país la riqueza de su fertilidad acumulada en milenios.*

*El país debe crecer ahora en intensidad. De ahí la importancia fundamental que en esta etapa de nuestra historia económica tiene el conocimiento profundo de nuestro suelo, de su evolución y de los medios que están al alcance del hombre para mejorarlo, como base y fuente de la producción agrícola y de la ganadería. Creo que ha llegado, o está llegando, el momento de la compatibilidad entre la preocupación para restituir al suelo los elementos que se retiran todos los años con las cosechas, o del intento de aumentar los rendimientos unitarios con el mejor manejo del suelo y el resultado económico de la explotación agraria. Hasta ahora esto no ha existido en el país.*

*En los análisis que se hacen sobre nuestra agri-*

*cultura y la comparación con el aumento de los rendimientos de las cosechas en otros países, muchas veces no se destaca bastante el valor que en ellas ha jugado el factor suelo y los fertilizantes. Es que en esos países la relación entre los precios de los productos agrícolas y los fertilizantes ha permitido, ya desde hace años, llevar a cabo ese crecimiento en intensidad a que me estoy refiriendo.*

*Las relaciones de precios están cambiando hoy en la Argentina. Es de esperar, pues, que entremos en la etapa de un nuevo desarrollo agropecuario; el país lo necesita hoy vitalmente. Por ello pueda ahora, tal vez, elaborarse una política nacional de fertilizantes. Bienvenida, pues, la inquietud de los expertos en la materia, que por espontánea decisión y con tan laudable entusiasmo, se congregan en este significativo certamen; del mismo surgirán, sin duda, conclusiones de positivo valor para la Ciencia del Suelo.*

*En nombre del señor Secretario de Agricultura y Ganadería de la Nación, que apoya con viva simpatía estas expresivas manifestaciones del saber científico, declaro inaugurada esta Primera Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo.*

# SESIÓN DE LA COMISIÓN I. — FÍSICA Y FISICOQUÍMICA

*Presidente*: León Nijensohn
*Secretario*: José Fortunato Barbagallo, en reemplazo de Mario Amor Asunción

**DISERTACIÓN DEL RELATOR, MARCOS TSCHAPEK** *

### Adelantos en física y fisicoquímica del suelo

Antes de exponer un mínimo de los adelantos contemporáneos en el campo de la física y fisicoquímica del suelo, me parece conveniente hacer una breve introducción sobre el desarrollo histórico de esta rama junto con el de su metodología. En la figura 1 ustedes pueden apreciar en cuáles fechas se introdujeron los nuevos métodos de física del suelo.

La aparición de la edafología como una ciencia independiente se vincula con el nombre de Dokuchaev, en el año 1883, fecha de publicación de su magistral obra *Chernozem en Rusia.*

Aunque la edafología no existía como ciencia, ya antes de Dokuchaev se encontraba comprendida como un capítulo dentro de las ciencias afines, tales como: agronomía, geología y geografía. Sin embargo, algunas partes de ella tenían suficiente desarrollo.

El honor de ser autor de la primera contribución en el campo de la física del suelo pertenece a

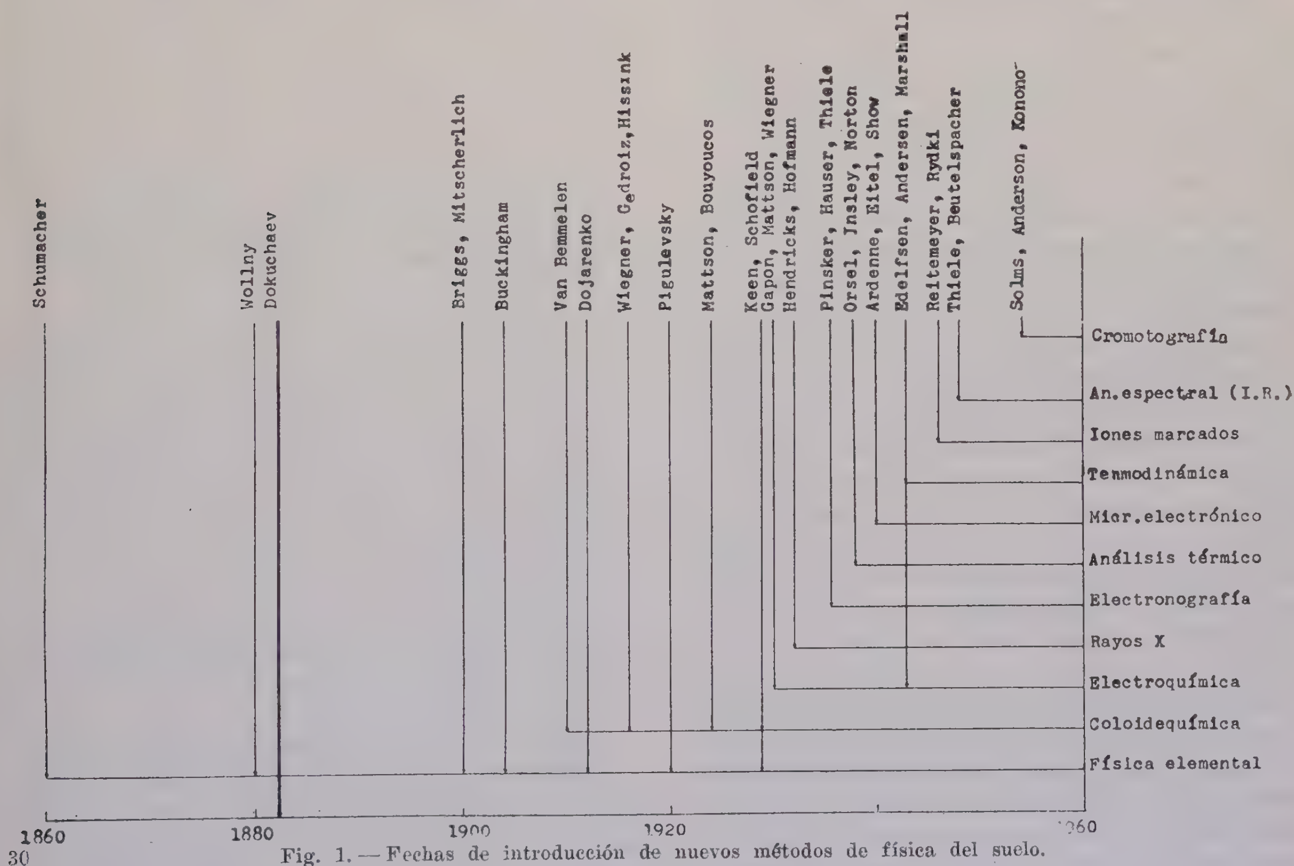



Fig. 1. — Fechas de introducción de nuevos métodos de física del suelo.

* El relator dispone para su disertación de 45 minutos.

G. SCHÜBLER, quien ya en 1830 dio una amplia revista en su libro *Grundsätze der Agrikulturphysik.* En esta obra fueron tratadas muchas propiedades del suelo, hoy conocidas: densidad verdadera y aparente, capacidad de retención del agua, capacidad de conducir el calor, etc.

El siguiente aporte en el campo de la física del suelo pertenece a SCHUMACHER, quien en la segunda parte de su libro *Die Physik in ihr Anvendung auf Agrikultur und Pflanzenphysiologie* (1864), consideró algunas propiedades. Aunque en algunos aspectos SCHUMACHER repitió la obra de SCHÜBLER, no obstante dio también algunas nociones nuevas. Así, SCHUMACHER introdujo la noción "poros capilares y no capilares".

Brillantes éxitos de J. v. LIEBIG en el campo de la nutrición mineral de las plantas, frenaron por largo tiempo el desarrollo de la física del suelo. Más tarde fue evidente que la fertilidad del suelo no solamente es una función de los elementos nutritivos, sino también de las propiedades físicas.

En el año 1878 empieza E. WOLLNY a editar su famosa revista "Forschungen auf dem Gebiet Agrikulturphysik" que afortunadamente continúa casi hasta su muerte. En los 20 volúmenes (1878-1898) "Forschungen..." se publicaron investigaciones de todo el campo de la física del suelo. Este período con razón puede considerarse como una etapa floreciente. Con la muerte de WOLLNY pareció que simultáneamente murió la física del suelo. En el siguiente período (20-25 años), en diferentes partes del mundo experimentaron grandes hombres: KING, BRIGGS, BUCKINGHAM, en los Estados Unidos; ATTERBERG, PUCHNER, MITSCHERLICH, en Alemania; KOPECKY, NOVAK, en Austria; DOJARENKO, PIGULEVSKY, en Rusia, etc.

A pesar de la participación de un gran número de personas sobresalientes en el desarrollo de la física del suelo, la misma no experimentó grandes adelantos hasta el año 1920. Tampoco influyeron en el desarrollo de la física del suelo las nuevas ideas y conceptos de DOKUCHAEV sobre la génesis y la evolución del suelo. Así, la física del suelo de 1920, en pocos aspectos se distinguía de la misma de 1860.

¿Cómo se podría explicar la gran inercia que se observa en el desarrollo de la física del suelo en el período 1860-1920? La contestación proviene de la naturaleza del suelo. El mismo presenta un sistema polidisperso, policomponente y trifásico, para el estudio del cual debería ser aplicada no la física en general, sino la física de los sistemas dispersos, la cual no existía en el mencionado período. Esta última fue desarrollada con la aparición de la fisicoquímica y coloidequímica al final del siglo XIX y principio del siglo XX.

Los edafólogos no solamente prestaron su atención a estas ciencias, sino tomaron participación activa en su desarrollo. Así, VAN BEMMELEN publicó excelentes obras sobre la adsorción y desorción; WIEGNER, sobre peptización y coagulación o, en general, sobre la estabilidad de las suspensiones; GEDROIZ, sobre cambio de bases, etc.

La aplicación de los métodos de la química coloidal dio la posibilidad de considerar de otra manera los procesos de la separación y la determinación de las partículas dispersas, su relación al agua, al aire, a los electrólitos y, en fin, su interacción.

Estudios de intercambio de los cationes hechos por GEDROIZ, WIEGNER y otros, demostraron que no puede existir la física del suelo sin tomar en cuenta los cationes. Así, surgió también la necesidad del estudio de las propiedades electroquímicas del suelo y su parte coloidal en especial: carga eléctrica, potencial electrocinético, conductibilidad, leyes de intercambio, etc.

Fue posible utilizar los rayos X, descubiertos por ROENTGEN en 1895, para el estudio de los sistemas dispersos gracias a los trabajos de BRAGG y BRAGG (1924) y de DEBYE y SCHERRER (1926). Los rayos X aplicados primeramente por HENDRICKS (1929) para el estudio de los coloides del suelo, hoy en día se presentan como un método cotidiano. Este método nos da la posibilidad no solamente de identificar los minerales dispersos del suelo sino también estudiar su estructura. Últimamente se ha hecho un gran adelanto lográndose determinar las distancias entre paquetes (001) hasta 0,12 μ (NORRISH, Trans. Farad. Soc. **18**, 120, 1954).

Debido a que los rayos X (longitud de onda 1-6 Å) dan para las partículas $< 10^{-6}$ cm líneas difusas, surgió la necesidad de elaborar otro método que abarcaría también estas partículas menores. Éste es el electronográfico, basado en el reflejo de los electrones (longitud de onda 0,5 Å) y que da la posibilidad de estudiar las partículas hasta $10^{-7}$ cm.

Estos dos métodos permiten estudiar la estructura y propiedades de las partículas, pero no observar directamente, es decir, verlas. Esto último fue posible con el descubrimiento del microscopio electró-

nico (ARDENNE, 1940), en el cual la luz (onda mínima 0,4 μ) fue sustituída por el rayo electrónico (onda 0,04-0,07 Å). Los adelantos actuales en el campo del microscopio electrónico dan la posibilidad de observar directamente partículas del tamaño ≈ 10 Å.

En el análisis térmico de los minerales del suelo existen dos variantes: *a*) calentamiento continuo, y *b*) deshidratación. En la primera variante como consecuencia del calentamiento continuo, se reflejan en la curva todas las alteraciones que ocurren en las muestras: deshidratación, disociación, fusión, etc., mientras que en la curva de deshidratación se destaca solamente la alteración del peso de la muestra. El primer método llamado termográfico, en su forma más primitiva, fue usado por LE CHATELIER (1886). La obtención de simples curvas pronto no satisfizo, debido a la poca sensibilidad. Así, surgió el método diferencial térmico que fue usado por el estudio de los minerales del suelo en el año 1938. Pasaron casi 50 años hasta que el método termográfico fue adoptado para el estudio de los minerales dispersos del suelo. La aplicación de los métodos de rayos X, electronográfico y de análisis térmico ayudó a establecer la estructura de muchos minerales dispersos del suelo. Sin embargo debe reconocerse que todavía quedan muchos problemas sin resolver (el estado del agua en el cristal, la localización de grupos OH, etc.).

La mente del investigador se halla en perenne búsqueda de nuevos métodos. Uno de éstos, siempre en el campo de la física del suelo, es la espectroscopia infrarroja (I.R.). Esta última está basada en la aparición de las líneas de absorción al pasar los rayos I.R. por la sustancia en estudio. Este fenómeno está vinculado con la excitación de las oscilaciones propias de los grupos atómicos por los rayos I.R.

Por ejemplo, en el espectro la banda de 3,0-4 μ corresponde a la excitación en uniones de OH y CH; 3,0 μ corresponde a OH; 3,25 μ a CH en CH; 3,30 μ a CH en $CH_3$; 3,42 μ a CH en $CH_2$, etc.

El método de espectros de absorción de los rayos I.R. es bien conocido en la mineralogía desde 1906, cuando COBLENZ (Carnegie Institute of Washington) publicó sus primeros trabajos sobre los espectros de algunos minerales tallados en láminas. Pasaron cerca de 50 años antes que pudiera ser utilizado este método para minerales dispersos. Así KELLER y PICKET (Am. Miner. **34**, 855, 1949) publicaron datos para varios minerales de la arcilla. La aplicación de este método para la investigación del ácido húmico por THIELE (Koll-Z. **130**, 131, 1953) dio la posibilidad de establecer la presencia en él de los grupos: CH (aromático), $CH_2$ (alifático); OH (hidroxilo); COOH (carboxilo) y $CH_3O$ (metoxilo).

En la literatura moderna es admitida la opinión que el método de absorción de rayos I.R. dará la posibilidad:

*a*) determinar la presencia del mineral en cantidad de 1 %;

*b*) establecer la forma en que está en agua en el mineral;

*c*) establecer el carácter de combinación de distintos grupos de átomos en el cristal.

Los procesos espontáneos naturales, a los que pertenecen también los del suelo: redistribución y movimiento del agua, de sales, del calor, etc., corresponden a los irreversibles. Estos últimos se caracterizan por la capacidad de conducir en dirección de la disminución de energía libre y aumento de la entropía.

La termodinámica que estudia los efectos energéticos que acompañan los procesos físicos y químicos, puede establecer la dirección y límites de los procesos espontáneos. Entre las funciones termodinámicas tienen importancia dos potenciales termodinámicos: de GIBBS (G) y de HELMHOLTZ (F), y el contenido de calor (H), y la entropía (S). El primer trabajo sobre termodinámica del suelo pertenece a EDELFSEN y ANDERSON quienes dieron una amplia monografía sobre termodinámica de la humedad (Thermodynamics of Soil Moisture, 1943). Hoy el método termodinámico se aplica para muchas propiedades: humedad, intercambio de iones, formación y comportamiento de los minerales, etc.

La cromatografía pertenece a modernos métodos, a pesar de que fue elaborada por el botánico ruso TSWETT unos cincuenta años atrás (*Cromofilos en el mundo vegetal y animal*, 1910). La importancia de este método fue señalada mucho más tarde (1931) por distintos investigadores: STRAIN (*Chromatographic Adsorption Analysis*, 1942, N. Y.), KUHN, WINTERSTEIN y LEDERER.

Hoy la cromatografía tiene una amplia aplicación en distintas ramas de la química y especialmente en bioquímica. En la edafología se aplica la cromatografía en distintas investigaciones: iones intercambiables (SOLMS, Agrik. Inst. E.T.H., 1955); elementos vestigios (BÖNIG y HEIGENER, Landw. Forsch.

9, 89, 1956); ácido húmico (ANDERSON, Nature **180**, 287, 1957; KONONOVA y ALEXANDROVA, Pochvovedenie Nº 3, 1958) y otros.

En fin, quisiera decir algo también sobre el método de iones marcados, rindiendo tributo al siglo de la energía atómica. Este método está basado en la aplicación de un isótopo, para seguir un proceso tecnológico o una reacción química. Se introduce en el proceso un isótopo y se controla éste en todos los pasos del mismo. Este método fue utilizado primeramente por PANETH y HEVESY ya en 1913. Posteriormente KOLTHOFF (Jour. Am. Chem. Soc. **55**, 2656, 1933) desarrolló este método haciendo uso del $Pb^{212}$ para la investigación de la superficie del $PbSO_4$. REITEMEIER (Soil Science **69**, 251, 1949), RYDKI (Pedology Nº 7, 1955) y otros, utilizaron $Ca^{45}$ para el estudio de intercambio. Como señaló REITEMEIER, al isótopo $Ca^{45}$ es ventajoso usarlo en los estudios debido a su disponibilidad (de reactores de uranio) y su predominio en los suelos como catión intercambiable. La duración de la vida media del $Ca^{45}$ es igual a 180 días y la máxima energía de β radiación es 300.000 electronvoltios, que prácticamente permite su uso en el laboratorio sin ninguna restricción.

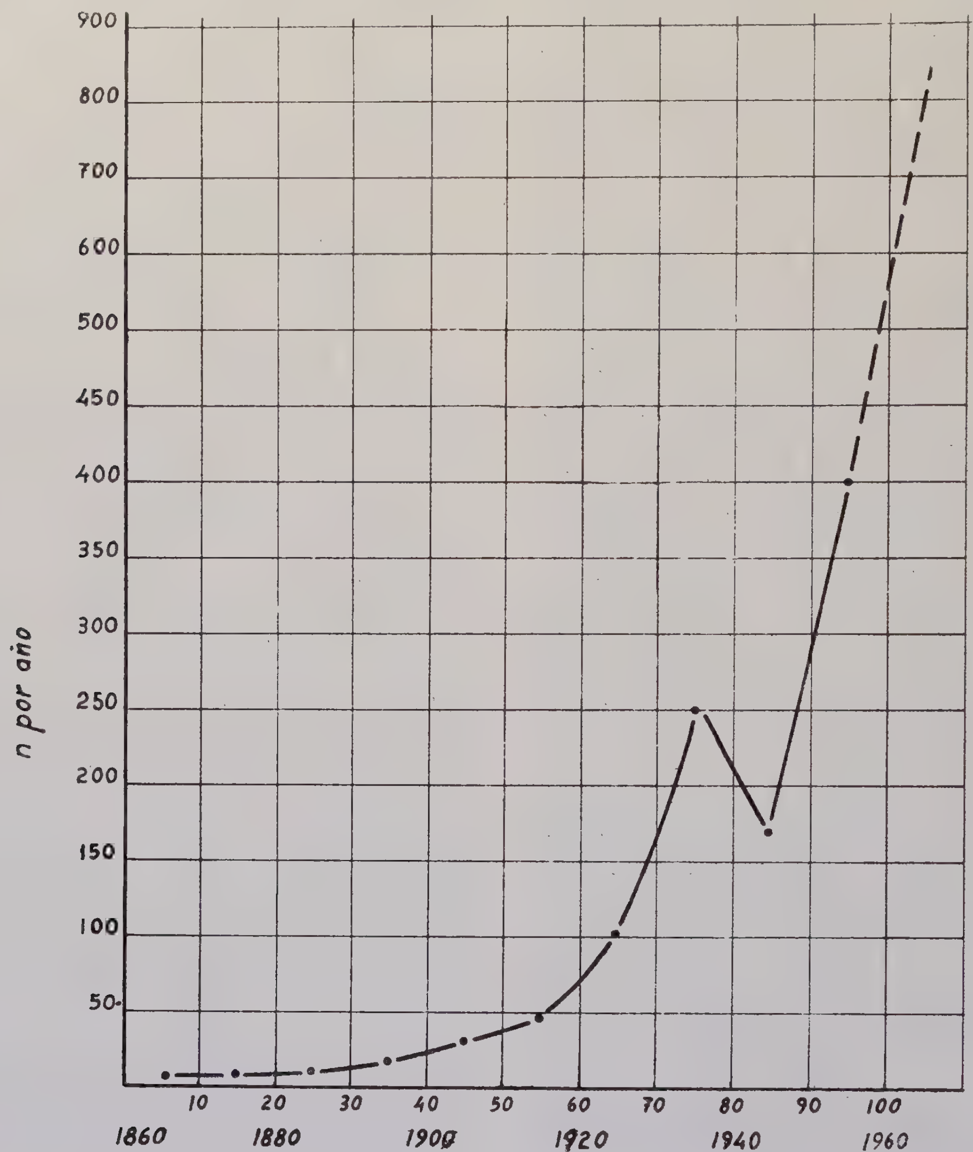


Fig. 2. — Trabajos publicados sobre física del suelo.

Señoras y señores: hemos considerado, en forma

muy breve, algunos métodos importantes que aparecieron durante la última centuria. Es evidente, que también lo hicieron muchos otros, menos importantes, pero que junto con los citados coadyuvaron al desarrollo de la física del suelo.

Es natural que a la cantidad de métodos corresponde el número de publicaciones. En la figura 2 damos una curva del número de publicaciones que aparecen cada año. Como observamos, ya en este año tenemos 600 trabajos en el campo de la física y fisicoquímica del suelo. Teniendo en cuenta que no todos los trabajos alcanzan a ser registrados, podemos suponer, que en realidad anualmente aparecen ya cerca de 1.000 trabajos en este campo.

Es comprensible, que al mirar esta curva nos embarga un sentimiento de ansiedad. Tal crecimiento en adelante puede traer las siguientes consecuencias:

*a*) se publicarán solamente resúmenes;

*b*) se desarrollarán las *review* anuales;

*c*) prosperarán solamente las revistas de importancia internacional.

Los sociólogos piensan que la cultura general del país puede ser caracterizada por un índice, por ejemplo: por la cantidad de libros publicados; por papel utilizado para diarios, etc. Probablemente no existe un índice universal para caracterizar la cultura de un país. Tal idea se me ocurre al observar la curva de desarrollo de la física del suelo, en la cual tuvo la Argentina participación muy limitada. Es necesario reconocer que la Argentina ha quedado rezagada en el campo de la física y fisicoquímica del suelo, aunque en algunos otros campos, como es sabido, ha prosperado bien.

Como una conclusión de lo considerado sobre el desarrollo de la metodología en el campo de la física y fisicoquímica, puede decirse que ella sigue profundizando nuestros alcances en materia del conocimiento de los procesos que se producen en el suelo. Esto es comprensible, pues el siglo de la ciencia descriptiva quedó superado. Es necesario saber no solamente que el fenómeno está presente o que existe, sino por qué está presente o por qué existe.

En una forma simplificada puede expresarse que en la física y fisicoquímica atraen la atención principalmente aquellos fenómenos que están vinculados con el equilibrio iónico y molecular del mineral en la solución que lo rodea.

El estudio y análisis de estos fenómenos requiere de los edafólogos profundos conocimientos en el campo de las ciencias exactas. Si en ciencias descriptivas tiene valor la práctica, en ciencias exactas tiene valor solamente la preparación. Existen opiniones en la literatura que la edafología en breve tiempo va a pasar a la clase de ciencias exactas. Todo lo dicho anteriormente nos permite llegar a la conclusión que la edafología espera jóvenes mejor preparados en ciencias exactas que nosotros.

Volviendo a nuestro tema directo, me permito presentar a ustedes algunas novedades en el campo de la física y fisicoquímica del suelo. Para facilitar la consideración procederemos a agrupar las principales propiedades en cinco grandes grupos.

En la tabla 1 vemos la enumeración de estas propiedades.

TABLA 1

1. EQUILIBRIO IÓNICO.
   *a*) Cargas e ionización;
   *b*) Intercambio;
   *c*) Distribución de los electrólitos libres;
   *d*) pH.
2. EQUILIBRIO MOLECULAR.
   *a*) Fuerzas de atracción y repulsión;
   *b*) Hidratación.
3. AGREGADOS ESTRUCTURALES.
4. POROSIDAD Y SUELO-AIRE.
5. SUELO-AGUA.

EQUILIBRIO IÓNICO.

*Cargas*: La capacidad de intercambio de las arcillas tiene lugar debido a la presencia de la doble capa eléctrica en la superficie del mineral. Existen diferentes vías para la formación de esta doble capa:

*a*) por el reemplazo isomórfico del $Si^{4+}$ y $Al^{3+}$ por $Al^{3+}$ y $Mg^{2+}$ respectivamente en la red cristalina en conjunto o por separado;

*b*) por la disociación de grupos OH en la superficie del mineral.

La primera vía tiene lugar en los minerales del grupo de la montmorillonita donde están reemplazados ambos cationes: $Al^{3+}$ y $Si^{4+}$ (montmorillonita) o solamente catión $Al^{3+}$ (beidellita). En consecuencia el cristal tiene una carga neta negativa.

La compensación se obtiene con un catión monovalente que se localiza en el exterior del cristal.

Como ejemplo de la segunda vía, se puede citar la caolinita.

Sobre el problema del origen de las cargas de la caolinita fueron emitidas distintas opiniones últimamente. Así, NORTON (Clays and Clay Minerals, Proc. 3 Nat. Conf., Houston, 1954) cree que la capacidad de intercambio de la caolinita es originada por minerales pequeños, adheridos a la superficie de la misma. ROBERTSON et al. (Am. Miner. **39**, 118, 1953) y WEISS (Z. Anorg. allg. Chemie **299**, 92, 1959) al contrario atribuyen la capacidad de intercambio de la caolinita a la sustitución isomórfica de $Si^{4+}$ por $Al^{3+}$.

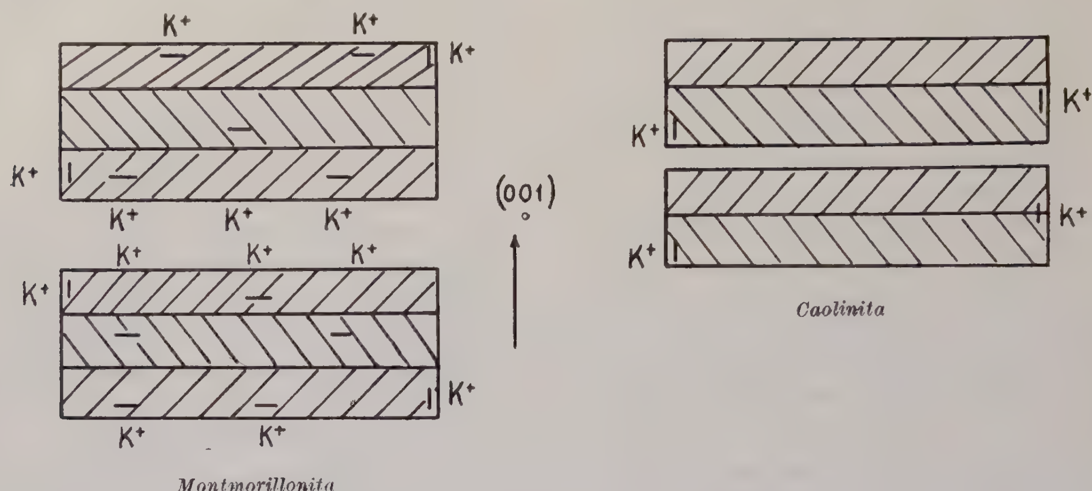



Fig. 3. — La ionización de los minerales.

Ambas vías de ionización están presentes en la figura 3.

La última vía de ionización también se encuentra en minerales triturados. Es bien conocido que el cuarzo al ser triturado aumenta su capacidad de intercambio hasta 100 m.e/100 gr. y aun más.

SCHOFIELD (Soils and Fert. **9**, 265, 1946) admitió que es fácil distinguir el carácter de la ionización por la estabilidad del primer tipo en función del pH (entre pH 2 y 5). Él considera que la ionización del grupo OH (segundo caso) depende del pH solamente cuando el mismo es $> 5$-6. Las ideas de SCHOFIELD pueden verse en la figura 4.

Resumiendo: la doble capa eléctrica está constituída por la interna y externa. Esta última es sustituíble o cambiable. Los cálculos demuestran que la densidad de las cargas es $\approx 10^{13}$-$10^{14}$ iones $cm^{-2}$.

Si aceptamos que la capacidad de cambio de la montmorillonita es 1 m.e $g^{-1}$ y la superficie de la misma es de $\approx 800$ $m^2g^{-1}$, entonces obtenemos la densidad de cargas ($\varrho$):

$$\rho = \frac{6 \cdot 10^{20}}{8 \cdot 10^2 \cdot 10^4} = 0{,}8 \cdot 10^{14} \text{ iones monov. cm}^{-2}$$

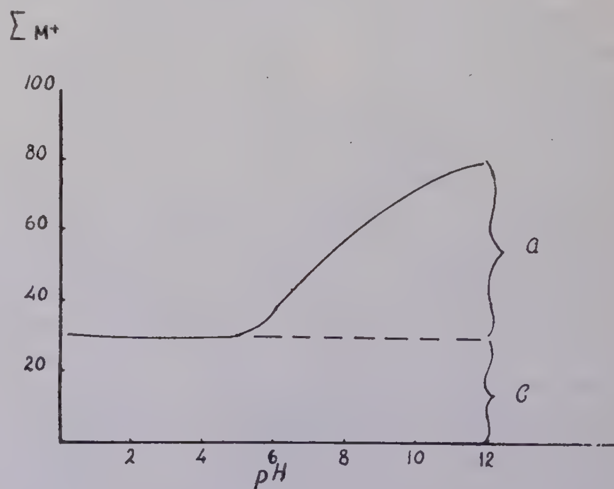



Fig. 4. — Tipos de ionización

Es interesante destacar que también la caolinita tiene el mismo orden de densidad de cargas; suponiendo que la capacidad y la superficie de la misma

sea: 0,03 m.e $g^{-1}$ y 15 $m^2g^{-1}$ respectivamente, tenemos:

$$\rho = \frac{6 \cdot 10^{20} \cdot 0{,}03}{15 \cdot 10^4} = \frac{18 \cdot 10^{18}}{15 \cdot 10^4} = 1{,}2 \cdot 10^{14} \text{ iones monov. } cm^{-2}$$

La capa externa de la doble capa eléctrica está distribuída en el volumen de la solución que rodea la partícula. Sobre la estructura de esta capa existen tres teorías diferentes: de HELMHOLTZ (estructura adsorcional), de GOUY (estructura difusional) y de STERN (estructura adsorcional-difusional). Estas tres teorías se presentan esquemáticamente en la figura 5.

La teoría de STERN fue anteriormente más aceptada que la de GOUY, aunque hoy es más aceptable la última. Recientemente WARKENTIN (Koll-Z. **153**, 44, 1957) presentó nuevos datos en favor de la teoría de GOUY. VERWEY y OVERBEEK (*Theory of the Stability of Lyophobic Coloids*, 1948) teóricamente han previsto la forma de la curva de titulación conductométrica de $H^+$ coloide, desde el punto de vista de la teoría de GOUY, que fue comprobado por completo por WARKENTIN para $H^+$ montmorillonita.

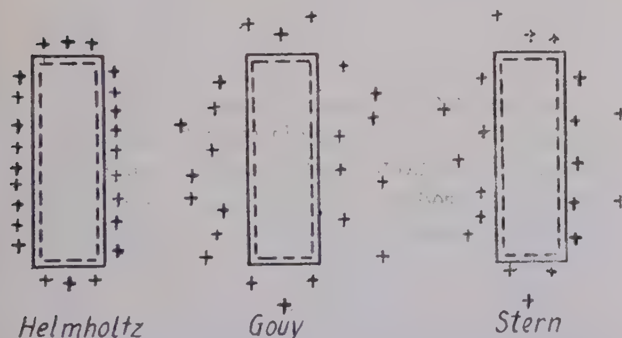


Fig. 5. — Doble capa eléctrica.

En la figura 6 se dan las curvas de titulación potenciométrica de $H^+$ coloide, previstas teóricamente y encontradas experimentalmente.

En todo caso, no hay ninguna duda que los iones intercambiables se encuentran en el estado disociado. SCHOFIELD (Trans. 3rd. Int. Congr. Soil Sci. **1**, 30, 1935) 25 años atrás, postuló que una parte de los iones de la capa externa está disociada. Según este autor sería de otro modo muy difícil de explicar fenómenos tales como: conductibilidad eléctrica, presencia del potencial electrocinético, presión osmótica, etc.

Según MARSHALL (Soil Sci. **65**, 57, 1948) la ionización es mayor en caolinita que en beidellita y montmorillonita. En caolinita el grado de disociación para cationes monovalentes llega hasta el 60 % y para cationes bivalentes hasta el 20 %, mientras que para montmorillonita acusa solamente 30 % y 6 % respectivamente.

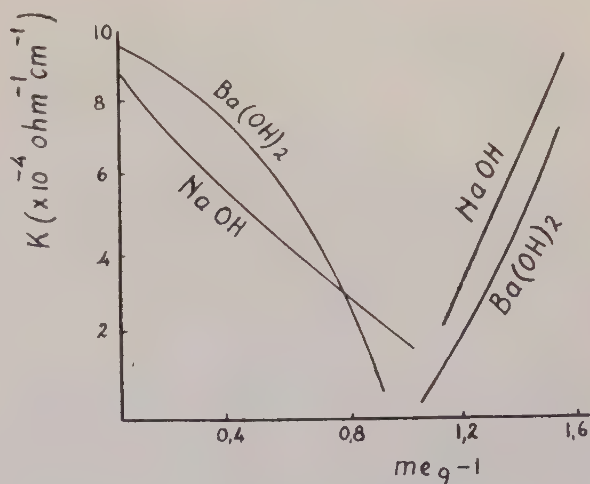
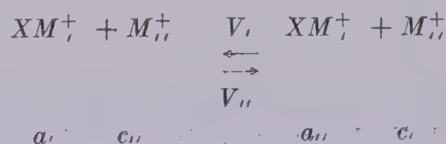


Fig. 6. — Curva de titulación conductometría.

Considerando la ionización de los minerales dispersos del suelo no se puede pasar por alto los trabajos e ideas de MATTSON. Este autor desarrolló una teoría de meteorización isoeléctrica e ionización de sedimentos formados por los geles de $SiO_2$ y $R_2O_3$. MATTSON supuso erróneamente que la parte dispersa del suelo está constituída principalmente por geles amorfos.

*Intercambio*: En los últimos 25 años se han hecho muchas tentativas para establecer leyes del intercambio. La ecuación de GAPON propuesta por él hace un cuarto de siglo, se consideró aplicable para los iones metálicos. Su derivación está basada en la aplicación de la ley de acción de las masas. Para los cationes mono-monovalentes es la siguiente:



$$\underset{a_{\prime} \quad c_{\prime\prime}}{XM_{\prime}^{+} + M_{\prime\prime}^{+}} \quad \underset{V_{\prime\prime}}{\overset{V_{\prime}}{\rightleftarrows}} \quad \underset{a_{\prime\prime} \quad c_{\prime}}{XM_{\prime\prime}^{+} + M_{\prime}^{+}}$$

aquí los símbolos significan:

$a_{\prime}$ y $a_{\prime\prime}$ — cantidad de cationes absorbidos por el mineral en g-equiv;

$c_{\prime}$ y $c_{\prime\prime}$ — concentraciones de los cationes en solución en mol/L;

$V_{\prime}$ y $V_{\prime\prime}$ — velocidades de reacción.

Para el estado de equilibrio $V_{\prime} = V_{\prime\prime}$, entonces

$$K_{\prime}\ a_{\prime}\ c_{\prime\prime} = K_{\prime\prime}\ a_{\prime\prime}\ c_{\prime}$$

donde: $K_{\prime}$ y $K_{\prime\prime}$ = constantes de reacción.

De donde se obtiene el valor de la constante de equilibrio ($K_{\prime}, K_{\prime\prime}$) de intercambio de bases:

$$K_{\prime}, K_{\prime\prime} = \frac{K_{\prime}}{K_{\prime\prime}} = \frac{a_{\prime}}{a_{\prime\prime}} \cdot \frac{c_{\prime\prime}}{c_{\prime}}$$

**En el caso de los cationes bivalentes o trivalentes las concentraciones entran bajo radical de valencia:** $\sqrt{Ca^{2+}}$, $\sqrt[3]{Al^{3+}}$, etc.

**Los interesados en el problema pueden encontrar más detalles sobre este problema en la monografía de P. Kelley, *Cation Exchange in Soils,* 1948** y también en los trabajos de Davis, Overstreet y otros, publicados en Soil Science.

Aquí me gustaría subrayar especialmente, la dependencia de la constante del equilibrio del catión adsorbido.

Si los cationes adsorbidos no tuvieran influencia sobre el valor de la constante del equilibrio ($K$), entonces éste (para cationes monovalentes), podría expresarse así:

$$k = \frac{c_{\prime\prime}}{c_{\prime}}$$

donde: $c_{\prime}$ y $c_{\prime\prime}$ concentraciones de los cationes en solución.

Tal expresión es aplicable para reacciones con participación de los cuerpos sólidos:



$$BaCO_3 + SO_4^{=} \rightleftarrows BaSO_4 + CO_3^{=}$$

$$K = \frac{C_{CO_3}{}^{=}}{C_{SO_4}{}^{=}}$$

Existen además las reacciones químicas heterogéneas donde la constante de equilibrio depende de la concentración (presión) de una sustancia. Por ejemplo, para la reacción:



$$Ca\,CO_3 \rightleftarrows Ca\,O + CO_2$$

La constante de equilibrio depende solamente de la presión de $CO_2$

$$K = p\,CO_2$$

Como demostraron Kerr (Soil Sci. **26**, 385, 1928) y también Vanselow (Soil Sci. **33**, 95, 1932), los cationes adsorbidos influyen sobre el equilibrio de intercambio, debido a que es necesario tomar en cuenta también el ión adsorbido *.

Las constantes de intercambio para un par de cationes varían un poco según la temperatura y también de suelo a suelo. Vamos a citar algunos datos:

$$K_{\frac{NH_4^+}{K^+}} = 0{,}530; \quad K_{\frac{NH_4^+}{\sqrt{Ca^{2+}}}} = 0{,}177; \quad K_{\frac{\sqrt{Mg^{2+}}}{\sqrt{Ca^{2+}}}} = 0{,}38;$$

$$K_{\frac{Na^+}{\sqrt{Ca^{2+}}}} = 0{,}050; \qquad K_{\frac{Na^+}{\sqrt{Mg^{2+}}}} = 0{,}11.$$

El ion hidrógeno, que es protón, tiene un tamaño $10^5$ veces menor que los otros iones y debido a ello su conducta es distinta. En el agua, según Fajans, el protón libre casi no existe ($10^{-150}$ mol/L), pero sí combinado con la molécula de agua (hidroxonio $H_3O^+$).

El hecho que los valores de la constante difieran para distintos cationes y suelos, atestigua que los mismos están retenidos por la superficie con fuerza diferente. Marshall (Soil Sci. Soc. Am. Proc. **17**, 222, 1953) introdujo la noción energía de retención del catión ("bonding energy"), expresada en términos de energía libre:

$$\Delta G = RT \ln \frac{c}{a} = 1364 \log \frac{c}{a} \ (\text{cal mol}^{-1})$$

donde: $c$ y $a$ = concentración y actividad del catión en el sistema disperso (suelo + solución).

**Para determinar la actividad de cationes en suspensiones, Marshall elaboró un nuevo método con aplicación de membranas de arcilla cocida reversible con respecto a los cationes en cuestión.**

La termodinámica da una expresión general para

* Llamamos la atención sobre lo arriba explicado, pues existió en el país un intento de calcular la constante de equilibrio en base a la concentración del catión en la solución.

los cálculos de cambio de energía libre para una reacción isotérmica.

$$\Delta G = -RT \ln k = -1364 \log k \text{ (cal mol}^{-1}\text{)}$$

donde: $k$ = constante de equilibrio.

Esta fórmula fue aplicada para los casos de intercambio por AMPHLETT (Endeavour **17**, 149, 1958) y WOODRUFF (Soil Sci. Soc. Am. Proc. **19**, 98, 1955).

El valor $k$ (constante de equilibrio) a diferentes temperaturas da la posibilidad de calcular el cambio del contenido de calor ($\Delta H$) y la entropía ($\Delta S$) del intercambio.

Según la ecuación de VAN'T HOFF:

$$\Delta H = RT^2 \frac{d \ln K}{dT}$$

De los valores $\Delta H$ y $\Delta G$ es fácil calcular $\Delta S$:

$$\frac{\Delta H - \Delta G}{T} = \Delta S$$

COLEMAN (Soil Sci. **74**, 115, 1952) demostró que los valores experimentales de $\Delta H$ coinciden con los calculados teóricamente.

*Distribución de los electrólitos*: En el suelo siempre se encuentra un electrólito. Se pregunta, ¿cómo está distribuído este electrólito? ¿Existe alguna regularidad en la distribución del electrólito? MATTSON, siguiendo la teoría de PROCTER-WILSON, supuso que en la solución (o extracto) del suelo se establece el equilibrio de DONNAN. MATTSON consideró como solución interna el espacio que ocupa la doble capa eléctrica y el resto del volumen como solución externa. Esquemáticamente esto se presenta en la figura 7.

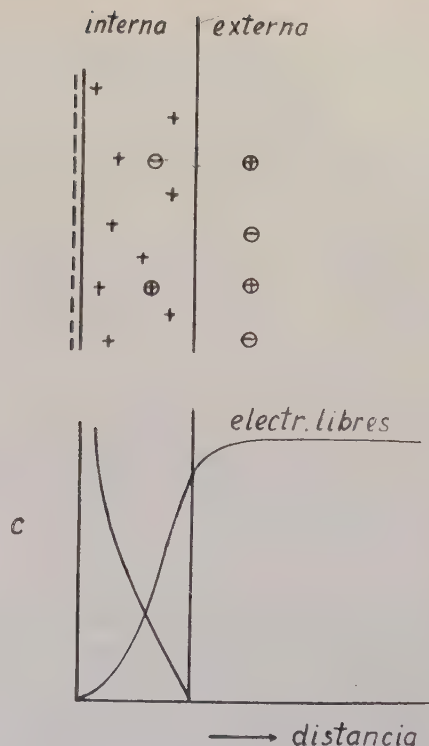



Fig. 7. — Soluciones interna y externa.

De este equilibrio se deduce que en la doble capa eléctrica la concentración del electrólito libre es mucho menor que en la solución externa. En muchísimos trabajos siempre se encontraba menor cantidad de electrólitos al acercarse a la superficie. Últimamente KRIUKOW (Trans. 6 Int. Congr. S. S., Sov. Rapp. 1956) aplicando alta presión (hasta 20.000 atm.) obtuvo extracto de suelo en el cual el contenido de electrólito fue mucho menor que en solución. En la figura 8 se presenta la conductibilidad del extracto del suelo en función del contenido de agua según datos de KRIUKOV.

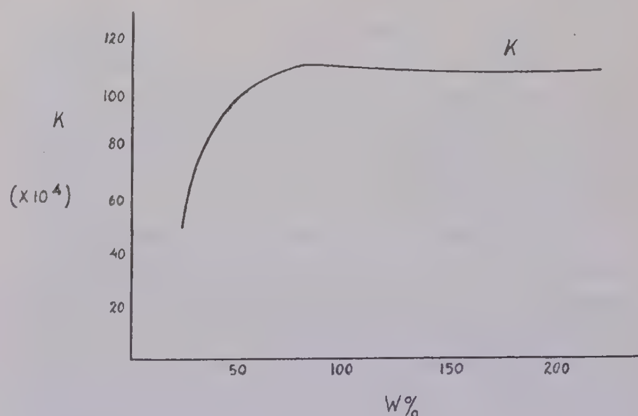



Fig. 8. — Conductibilidad del extracto del suelo.

Tal comportamiento de los electrólitos libres, es decir no vinculados con los minerales, puede ser explicado también del punto de vista de la existencia de la capa difusa de GOUY. Últimamente una serie de autores (ERIKSSON, SCHOFIELD, PEECH, BOLT, WARKENTIN y otros) señalaron que todas las derivaciones hechas desde el punto de vista del equilibrio de DONNAN también son aplicables con respecto a la doble capa eléctrica en el sentido que le dio GOUY.

Como ejemplo de "convivencia" de ambas teorías se pueden citar las relaciones entre las actividades

de los electrólitos en el suelo. SCHOFIELD (J. Soil Sci. **6**, 137, 1955) en base a investigaciones anteriores de MATTSON (Soil Sci. **49**, 109, 1929), estableció una relación entre las actividades de los electrólitos, que de igual modo puede explicarse desde los puntos de vista de ambas teorías. Para el suelo de ROTHAMSTED él estableció:

$$p\,(HCl) - 1/3\;p\,(AlCl_3) = 2{,}36$$

$$p\,(HCl) - \tfrac{1}{2}\;p\,(CaCl_2) = 3{,}78$$

$$p\,(HCl) - p\,(KCl) = 3{,}80$$

Estos valores permanecen constantes hasta que una parte de los iones intercambiables quedan difusos. Las siguientes concentraciones de sales en las cuales rige esta regularidad son:

Ca — 0,04 N; Al — 0,005 N; K — 0,1 N.

*pH*: Como es sabido, hace 30 años que está en discusión el problema del origen de la acidez de cambio. GEDROIZ supuso que esta acidez es originada por el $H^+$ intercambiable, mientras que para KAPPEN es originada por $Al^{3+}$ intercambiable. Esta última idea proviene de observar que siempre durante el desalojo de cationes aparece el $Al^{3+}$ en la solución. Las nuevas investigaciones de SCHOFIELD (1946) y TSCHERNOV (1947-1959) dan la evidencia que la acidez proviene del $Al^{3+}$ intercambiable. Sin embargo, algunos autores piensan que el problema no está aclarado por completo.

DI GLERIA (Pedology, Nº 10, 1958) manifestó que en general no se puede hablar sobre la adsorción de $H^+$ o hidroxonio ($H_3O^+$) pues el $H^+$ y el $OH^-$ están en la fase sólida, la que puede perder el protón o tomar el hidroxilo, dando origen a las cargas correspondientes: positiva o negativa.

Existe también discrepancia en el campo de las determinaciones del pH en los últimos años. El problema está vinculado con la parte difusa de la doble capa eléctrica. Según parece, el electrodo de calomel, en sistemas dispersos cargados cambia el valor de su potencial. Esto sucede debido a la repulsión de $Cl^-$ y la atracción del $K^+$ en el puente de contacto. Gracias a este fenómeno estos iones cambian sus movilidades y en consecuencia aparece el potencial de conjunción ("Junction potential"). Según la densidad de la suspensión, el electrodo de calomel puede disminuir su potencial hasta 30-60 m V, que corresponde a una disminución del pH de 0,5-1,0 unidad. Para facilitar la apreciación de este fenómeno, en la figura 9 se da un esquema.

Supongamos que el electrodo de referencia sea más positivo que el calomel, entonces:

$$E = e_1 - e_2$$

$$E = e_{1_0} + 58 \log [H^+] \varphi - e\,\text{cal}.$$

de donde: $$pH = \frac{e_{1_0} - E - e\,\text{cal}}{58}$$

La diferencia $e_{10} - e_{\text{cal}}$, nosotros la tomamos de las tablas, pero en realidad esta diferencia es un poco mayor, lo que lleva a la disminución del pH a un valor correspondiente. No cabe duda que el electrodo de calomel cambia el valor de su potencial o más exactamente lo disminuye. En forma paralela existen también otras explicaciones para tal comportamiento de este electrodo, por ejemplo: por formación de corto circuito en la doble capa eléctrica, etc.

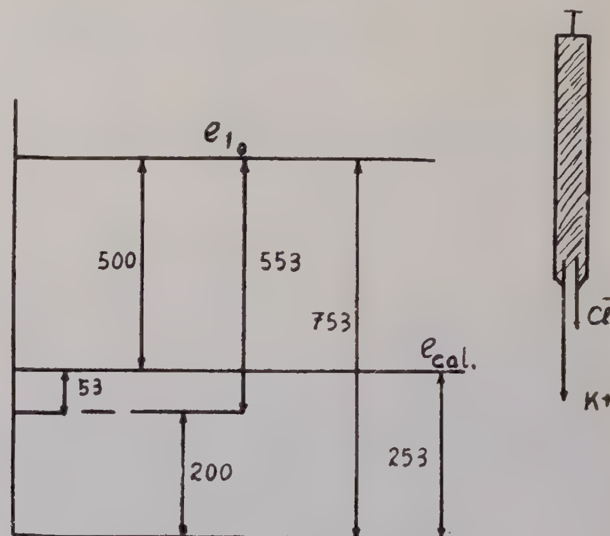



Fig. 9. — Potencial de conjunción.

La solución del problema se deduce de la naturaleza de la doble capa eléctrica. Si nosotros convertimos la doble capa difusa en no difusa, entonces no va a ocurrir la repulsión y atracción de los iones. SCHOFIELD (Soil Sci. Soc. Am. Pro. **19**, 164, 1955) y KARPINSKI (Pedology, Nº 5, 1955) propusieron hacer las determinaciones del pH del suelo en presencia de $CaCl_2$ (el primer autor propuso la concentración de 0,01 M/L y el segundo la de 0,01 N),

donde el electrodo de calomel no cambia el valor de su potencial.

*Equilibrio molecular*: Para ser consecuentes debemos considerar ahora la relación del medio mismo con el mineral disperso. El comportamiento del mineral disperso en agua o en solución diluída depende del equilibrio de tres fuerzas:

*a*) de atracción, que efectúan las fuerzas moleculares, de VAN DER WAALS;

*b*) de repulsión, debidas a las fuerzas electrostáticas que actúan entre las partículas con las dobles capas eléctricas semejantes;

*c*) de repulsión, originadas por las capas de hidratación que rodean la partícula.

Esquemáticamente se presenta en la figura 10 la curva de equilibrio entre estas fuerzas.

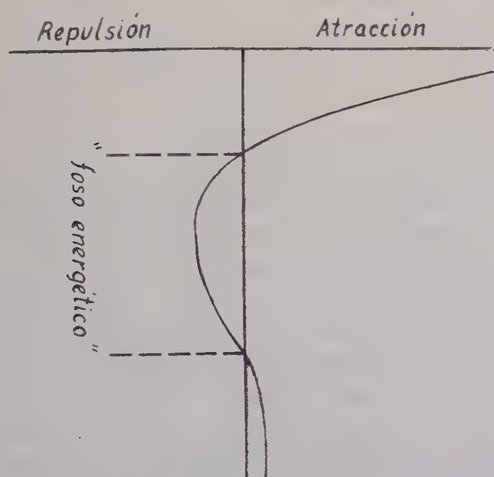



Fig. 10. — Resultante de fuerzas de atracción y repulsión.

Como vemos en la figura 10, en larga distancia prevalecen las fuerzas de atracción, en media distancia las fuerzas de repulsión y en corta distancia, nuevamente prevalecen las fuerzas de atracción. Para que se efectúe la coagulación, las partículas deberían sortear este "foso energético". En la aparición del "foso energético" participan no solamente las fuerzas de repulsión originadas por la doble capa eléctrica, sino también aquellas originadas por las capas de hidratación.

Cuanto más hidratado es el mineral disperso, tanto menor es la posibilidad de saltar el "foso energético" y por lo tanto de coagular.

Los minerales de forma laminar (montmorillonita) y fibrilar (attapulguita, haloisita) se ponen en contacto en los puntos de menor hidrofilidad: bordes, puntos extremos, etc., formando un armazón flojo. Los minerales de mayor hidrofilidad (montmorillonita) se hidratan, hinchan y peptizan espontáneamente.

Las investigaciones de las capas de hidratación efectuadas por DERJAGUIN (Moscú) demostraron que ellas son polimoleculares y tienen propiedades distintas de las del agua libre.

Las capas de hidratación consisten de dos partes: *a*), de la adsorbida de un espesor probablemente no mayor de 4-10 capas moleculares, y *b*) de la "sobre adsorbida", de un espesor de hasta 100 capas moleculares. La última es muy dinámica y su grosor depende de la presión osmótica de la solución, mientras que la primera está fijada a la partícula y sirve como un medio de contacto durante su coagulación.

Los minerales dispersos interaccionan no solamente con los iones y moléculas inorgánicas, sino también con las orgánicas. Los cationes orgánicos de tamaños comparables con los metálicos son capaces de reemplazar cuantitativamente a dichos cationes. En el caso de cationes orgánicos grandes, la equivalencia de intercambio no puede tener lugar. Los cationes orgánicos se adsorben de tal modo que el extremo $CH_3$ está siempre fuera de la superficie. La superficie adquiere las propiedades hidrofóbicas y por lo tanto la montmorillonita no se hincha ni peptiza en el agua.

Las moléculas orgánicas se adsorben por la superficie gracias a la unión de hidrógeno. Como demostraron las investigaciones de BRADLEY (J. Am. Chem. Soc. **67**, 975, 1945) y MACEWAN (Nature **154**, 577, 1944) algunas sustancias orgánicas no iónicas (Glycol $(CH_2OH)_2$) son capaces de adsorberse por la superficie y hasta desplazar de la misma al agua, aumentando el espacio entre paquetes.

HAUSER (1941) fue uno de los primeros que hidrofobizó la superficie de la montmorillonita adsorbiendo el acetato de Pb $[Pb(CH_3COO)_2]$, como habitualmente se impermeabilizan las telas.

DEUEL (Helv. Ch. Acta 1950-1952) obtuvo éster en la superficie de la arcilla haciendo reaccionar la misma con el alcohol:



$$R]\,OH + R\,OH = R]\,O\,R + H_2O$$

Obtenida de tal modo la bentonita es fácilmente hinchada en medios apolares y muy poco en el agua.

Estructura del suelo.

La estructura siempre fue considerada como un factor principal en la fertilidad del suelo. Ya en los trabajos de Schumacher (1871) y de Wollny (1882) se menciona la importancia de la misma.

En el año 1924 Dojarenko propuso caracterizar la estructura según la relación de los poros capilares y no capilares. En el año 1929 Tiulin sugirió caracterizar la estructura por medio de la resistencia de los agregados al agua. Últimamente estas dos ideas combinadas fueron propuestas por De Boot (Rap. 6 Int. Cong. S. S. col. B, 1956, París), como índice de la estructura del suelo.

En la formación de los agregados se pueden distinguir dos etapas o períodos. El primer período está vinculado con la acción de fuerzas moleculares directamente entre partículas primarias, es decir entre los minerales dispersos. Aunque el contacto entre las mismas se efectúa a través de una capa fina de agua, su superficie es sin embargo relativamente pequeña para que pueda formarse un agregado grande (1 — 10 mm o más).

El agua misma se presenta como un gran destructor y peptizador, debido a que los agregados resistentes pueden existir en el suelo solamente en presencia de un adhesivo. El segundo período está vinculado con la acción de ese adhesivo Éste actúa como puente entre los minerales dispersos.

Las observaciones sobre la estructura de los suelos demuestran que ella en su mayor parte está vinculada con las sustancias orgánicas (estiércol, turba, humus) y en menor parte con las sustancias inorgánicas, como combinaciones de Al y Fe.

El estiércol siempre fue considerado como un factor de recuperación de la estructura resistente al agua. Por otro lado algunas veces se observa una estructura resistente al agua en ausencia de sustancias orgánicas (horizontes iluviales con estructura nuciforme, horizontes superiores del cracnosem, etc.).

La tendencia de trasladar la industria a la agricultura llevó a los investigadores a la búsqueda de sustancias residuales de la industria, que podrían servir como adhesivos o formadores de agregados. Así, en el año 1934, en la Conferencia de Física del Suelo, en Moscú, el Instituto de Agrofísica de Leningrado presentó un informe sobre resultados de sus experimentos con los extractos alcalinos de celulosa, lignina, turba, caña de azúcar y colofonia ($C_{20}H_{30}O_2$). Todas estas sustancias, con excepción de colofonia, dieron resultados positivos a concentraciones cercanas al 1 %, lo que significa para la capa arable más de 100 t por hectárea. El extracto alcalino de colofonia dio resultado positivo ya en concentración de 0,5 %. Estos resultados fueron considerados en la conferencia como un fracaso completo de la posibilidad de formar los agregados artificialmente.

El fracaso con sustancias adhesivas obligó a buscar otros procedimientos más accesibles. Así Vilenski, en el mismo año (1934), presentó renovada la idea sobre la importancia de la labranza misma. Los agregados estructurales, dependiendo de la humedad, pueden ser destruídos o reconstituídos. El agua, o mejor dicho, las fuerzas capilares, juegan un papel preponderante.

La idea de formar los agregados con recursos industriales resucitó nuevamente en los Estados Unidos, donde la casa Monsanto elaboró en el año 1951, para este fin, un polímero ("Crilium") del ácido acrílico ($CH_2 = CH — COOH$). Este producto ya en concentraciones de 0,01-0,02 es capaz de mejorar la estructura del suelo.

Probablemente el polímero se adsorbe por las superficies, y como un puente facilita la formación de los macroagregados.

Existen también opiniones que expresan que la superficie retiene al polímero gracias al enlace (unión) de hidrógeno. Como es sabido, últimamente muchos fenómenos se intentan explicar por la existencia de dicho enlace. Éste se presenta gracias a la naturaleza del $H^+$, a su capacidad de pertenecer al mismo tiempo a dos iones. Mientras que la energía de la valencia es cercana a las 100 K cal $mol^{-1}$, la unión de hidrógeno acusa solamente 5 - 7 K cal $mol^{-1}$.

Debido al alto costo de los adhesivos (según cálculos alemanes, para mejorar la estructura con crilium es necesario gastar alrededor de 10.000 DM., que significa hoy en día 200.000 pesos) continúa aún la búsqueda de sustancias más accesibles.

Entre ellas han llamado la atención últimamente los hidrogeles de Fe y Al. (Antipov-Karataev, III Conferencia de Química Coloidal, Moscú, 1956.) Recientemente apareció *Proceeding International Symposium on Soil Structure*, 1958, Gent, que contiene una serie de trabajos de investigadores europeos. Supongo que este Symposium está al alcance de los interesados; por lo tanto, voy a citar algunos otros trabajos que aparecieron en los últimos años en revistas difícilmente alcanzables.

Para terminar con la estructura, algo debería decir sobre los últimos trabajos en el campo de estudio de las propiedades de los agregados. SERDOBOLSKY (Pedology, Nº 1, 1953) investigó el potencial de óxido reducción (Eh) en la parte interna y externa del agregado y corroboró así la vieja opinión de los agrónomos que aseguraban que en la parte exterior de los agregados se efectúan los procesos de oxidación, mientras que en la parte interior los de reducción. Este autor encontró para suelos "normales" en el exterior + 300 mV y en el interior + 500 mV. La diferencia de 200 mV se observa cuando la humedad es del orden de capacidad de campo y desaparece al llegar a la capacidad de marchitez permanente. TIAGNY-RIADNO (Pedology, Nº 12, 1958) encontró diferencia en el contenido de humus, $NH_4$, $P_2O_5$, etc., en agregados del distinto tamaño.

POROSIDAD Y SUELO-AIRE.

La noción de poros capilares y no capilares existe en edafología desde SCHUMACHER (1860). La definición de poros capilares y no capilares fue desarrollada mucho más tarde por DOJARENKO (1924). Es comprensible que una división tan simple no pudo satisfacer debido a que recién con posterioridad fueron aplicados los métodos conocidos en coloidequímica para la determinación de toda gama de poros.

La fórmula de BECHHOLD basada en el equilibrio entre presión aplicada y presión capilar fue aplicada primeramente para presiones $< 1$ atm y posteriormente para mayores.

$$\phi = \frac{4}{h\,g\,d}\ (\text{cm}) \cdot \frac{290}{980} = \frac{0{,}3}{h}\ (\text{cm})$$

Este método abarcó los tamaños de 1 mm hasta 0,02 μ.

Fue posible determinar tamaños aún más pequeños con la aplicación de la fórmula de THOMSON:

$$\phi = -\frac{4\sigma V}{RT\ ln\ \frac{p}{p_o}} = -2 \cdot 10^{-2}\ ln\ \frac{p}{p_o}\ (\text{cm})$$

Aquí, en estas fórmulas, los símbolos significan:

$\phi$ = diámetro del poro en cm;

$\sigma$ = tensión superficial en dinas $cm^{-1}$;

$h$ = altura de la columna de agua en cm;

$g$ = aceleración de la gravedad en cm $seg^{-2}$;

$d$ = densidad en g $cm^{-3}$;

$V$ = volumen molar en $cm^3$;

$R$ = constante de los gases ($= 8{,}315 \cdot 10^7$);

$T$ = temperatura absoluta ($273{,}2 + t°$);

$\frac{p}{p_o}$ = tensión relativa de vapor.

Paralelamente fue desarrollado el método de estudio macro y microscópico de los cortes de suelo fijados por la parafina (PIGULEVSKI, 1930; KUBIENA, 1938; DAY, 1948).

Estudios de BRADFIELD, LUTZ, RUSSELL y otros, relativos a la distribución diferencial de los poros y a las propiedades hídricas del suelo, demostraron que para estas últimas tienen importancia los poros $< 5 - 6\ \mu$, mientras que para la aereación los poros mayores. Se puede suponer que para el fenómeno de aereación tiene importancia, no la difusión, sino el movimiento de turbulencia, que puede ocurrir bajo la influencia de distintos factores: viento, calor, etc.

El problema de aereación del suelo y la composición del aire del mismo es bien conocido a través de trabajos del siglo pasado. Últimamente se elaboraron muchos nuevos aparatos (también portátiles) para el desalojo del aire del suelo y su análisis.

SUELO-AGUA.

Más de la mitad de los trabajos publicados en física de suelo se dedican probablemente al problema de suelo-agua. Este problema se ha investigado en forma más completa, aunque quedan todavía no aclaradas muchas incógnitas. Entre las últimas se les ha dedicado mayor atención a las siguientes:

*a*) fuerzas de retención a bajas humedades;

*b*) formas del movimiento a bajas humedades;

*c*) cálculos de necesidad de agua en plantas.

Se considera que son tres las fuerzas principales que participan en la retención de agua por el suelo:

*a*) adsorción;

*b*) capilares, y

*c*) osmóticas.

La superposición de estas fuerzas pueden presentarse del modo siguiente (fig. 11).

Sería lógico pensar que a humedades entre $W_{pwc}$ y $W_{fc}$ predominan las fuerzas capilares y osmóticas, o en ausencia de sales las fuerzas capilares. Sin embargo, a último momento fue emitida la opinión que las fuerzas de adsorción predominan hasta el $W_{pwc}$ y el $W_{fc}$. Por lo tanto, parece que la $W_{90}$ está retenida por fuerzas de adsorción y no de capilares. Este problema está en discusión y aun no pueden ser aceptadas esas conclusiones.

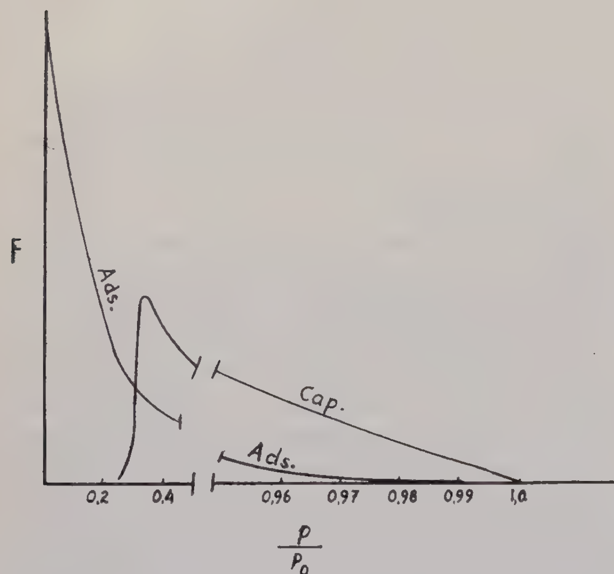


Fig. 11. — Fuerza de retención del agua.

En el problema de las formas del movimiento a bajas humedades también hay discrepancia entre teoría y experimento. Existen diferentes opiniones sobre movimientos de agua. Unos consideran como importante el movimiento en forma de vapor, otros en forma pelicular y aun en forma capilar.

La discrepancia encontrada por algunos investigadores (p. e. C. GURR, Soil Sci. **74**, 335, 1952) entre los cálculos teóricos y experimentales en el campo del movimiento del agua a bajas humedades, llevó al reconocimiento de nuevas formas del movimiento. La presencia en el suelo de agua en forma de película facilitó la idea que debe existir un movimiento pelicular.

El grosor de la película de agua en el suelo a humedades cercanas a $W_{pwc}$, evidentemente no sobrepasa a 0,01 μ. Al mismo tiempo el tamaño del capilar mínimo que puede existir es del orden ≈ 0,001 μ. De estos cálculos se puede suponer que a humedades cercanas a $W_{pwc}$, el agua todavía puede existir y moverse en forma capilar. Sin embargo, se hicieron tentativas para fundamentar teóricamente la posibilidad del movimiento pelicular del agua en el suelo. ¿Cuál es el origen de las fuerzas que pueden mover una película fina? WINTERKORN (Highway Res. Board **25**, 422, 1946; **29**, 578, 1949) y DERJAGUIN (Trans. 6, Int. Cong. S. S. **1**, 291, 315, 1958), suponen que tales fuerzas pueden ser el gradiente de la presión osmótica y del potencial electrocinético, que siempre aparecen en el suelo como consecuencia de la diferencia de humedad.

Las ideas arriba mencionadas no están todavía comprobadas y nos es difícil juzgar en la actualidad la importancia del movimiento en forma pelicular.

El problema del movimiento del agua en estado de gas (vapor) está bastante aclarado. Hoy puede decirse que este movimiento tiene importancia solamente en regiones de gran cambio de temperatura en el perfil o a través del tiempo.

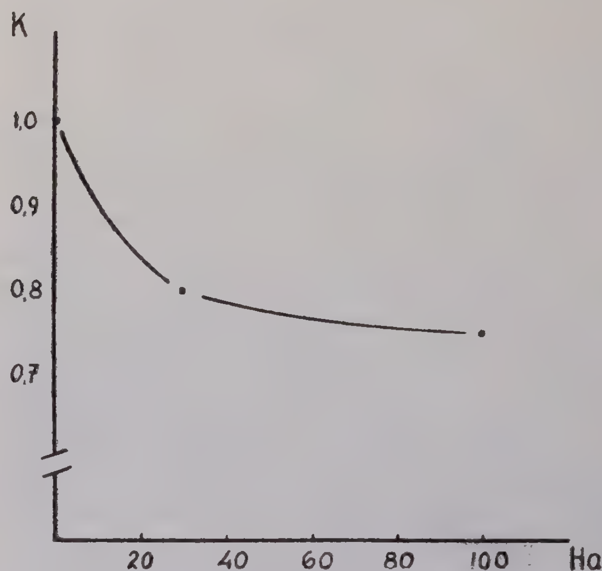


Fig. 12. — Corrección para área.

Según las fórmulas empíricas la evaporación en superficie del agua se determina:

$$E_o = K (\bar{p}_o - \bar{p}) \text{ mm}$$

donde: $K$ — coeficiente (factor climático).

Para cálculos aproximados se recomienda (IVANOV, *Atmosfernoe uvlazhnenie*. 1958) usar:

$$E_o = 18{,}4 (\bar{p}_o - \bar{p}) \text{ mm}$$

La relación entre la evaporación ($E_o$) y evapotrans-

piración ($E_t$), al satisfacer la necesidad en agua de las plantas, es cercana a 1.

$$\frac{E_t}{E_o} \rightarrow 1.$$

Por lo tanto, para evapotranspiración podríamos escribir:

$$E_t = 18{,}4\ (\overline{p}_o - \overline{p})\ \text{mm}$$

Sin embargo según los últimos datos de autores rusos MALÜGIN y otros, ZASUKHI v. S.S.S.R., 1958) tiene importancia también el área que evapora. Así, para un área de 10, 100 y 1000 Ha. debería ser hecha una corrección de 0,85, 0,75 y 0,70 respectivamente. Entonces, para una gran superficie regada la evapotranspiración es la siguiente:

$$E_t = 18{,}4 \cdot 0{,}7\ (\overline{p}_o - \overline{p}) \approx 13\ (\overline{p} - \overline{p})\ \text{mm.}$$

En la figura 12 se da la curva de corrección para área de evapotranspiración.

## RESÚMENES DE LOS TRABAJOS Y COMUNICACIONES PRESENTADOS

### Estudio de la porosidad de los suelos mediante una nueva técnica

(*Comunicación*)

JOSÉ F. BARBAGALLO

En vista de las dificultades que presenta la valoración de la porosidad de los suelos por el método "clásico" con cilindros (extracción de la muestra en su estado natural, su determinación larga y engorrosa), se ideó esta nueva técnica, empleando un aparato denominado "Volumenómetro", creado por el autor, para medir volúmenes aparentes de agregados de suelos con su estructura natural.

Este valor permite calcular el *peso específico aparente*, y, por medio de una bureta especialmente diseñada, hallar el *peso específico real*, de donde surge la porosidad, en por ciento, según la fórmula:

$$\text{Porosidad en \% de volumen} = \frac{\text{Pe r} - \text{Pe a}}{\text{Pe a}}$$

Las aplicaciones de esta nueva técnica entre otras, son las siguientes:

*a*) En el estudio físico de los suelos en lo que respecta al *grado estructural*, de *agregación* y la *compactación* de los mismos.

*b*) En hidrología para determinar el volumen aparente de los suelos, y así poder calcular la *dotación de riego*.

*c*) Los estudios crítico-comparativos de las labranzas y sistemas de mecanización que utilizan como uno de los índices de eficiencia, el grado de agregación y la porosidad.

La técnica se fundamenta en el principio de que las alturas de las columnas líquidas, que ejercen la misma presión sobre la unidad de superficie del fondo de un vaso son inversamente proporcionales a las densidades de los líquidos considerados.

### Contribución al conocimiento de los factores que influyen en la formación y estabilidad de los agregados

(*Comunicación*)

LUIS A. CERANA, JOSÉ L. LANGELLA y JOSÉ L. BERLANDA

INTRODUCCIÓN.

El presente trabajo se encaró con la idea que del estudio de la composición de las fracciones de agregados de diversos tamaños, separados por levigación, podría obtenerse información que contribuyera al mejor conocimiento de los factores que influyen en la formación y estabilidad de los agregados.

ELSON (2) separó, por tamización húmeda, fracciones de agregados de diferentes tamaños entre 0,1 y 5 mm, en un suelo franco-limoso que 30 meses antes había sido encalado y posteriormente objeto de diferentes tratamientos (fertilización y/o incorporación de abono verde). En los agregados determinó el contenido en materia orgánica. Encontró que todos los tratamientos y en especial el abonado, originaban un apreciable incremento de la materia orgánica total y ésta se distribuía de manera bastante uniforme entre los agregados de diferentes tamaños.

GAREY (3) expresa que hay poca mención de estudio de las propiedades de los agregados, ya que generalmente las determinaciones se limitan a establecer su presencia, tamaño y distribución. Por

tamización húmeda, separa en tres suelos franco-limosos, diferentes fracciones comprendidas entre 50 y 2.000 micrones; determina el contenido de arcilla, materia orgánica y capacidad de intercambio de cationes, en cada fracción. Halla que las fracciones 150-420 micrones tienden a contener más arcilla, más materia orgánica y poseen mayor capacidad de intercambio de cationes que las mayores y las fracciones 50-150 micrones, contenidos o valores menores que los que les corresponden a las mayores de 420 micrones.

Wittmus y Mazurak (6), separan fracciones en un suelo Brunizem y en ellas determinan: materia orgánica; arcilla; capacidad de cambio; calcio y acidez de cambio; fósforo asimilable y retención de agua. Como para la separación de las fracciones utilizan tamizado en seco, complementado con levigación con alcohol metílico, sus resultados no se transcriben por no ser de valor comparativo para nuestro objeto.

Procedimientos empleados.

*a) Preparación de las muestras*: según normas para análisis mecánico, empleando tamiz de agujeros redondos de 2 mm.

*b) Separación de las fracciones*: por levigación en levigadores Gollán, modelo B (4), se separaron fracciones correspondientes a los intervalos en micrones: 20-41; 41-76; 76-166; 166-2.000 (tamaños aparentes).

Resultados obtenidos.

Cuadro 1

| | En la muestra original | En las fracciones | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Tamaño en micrones | | 20-41 | 41-76 | 76-166 | 166-2000 |
| **Muestra N° 3954 — Franco arcillo limosa** | | | | | |
| Porcentaje de la fracción | | 14,19 | 19,9 | 24,7 | 17,5 |
| Arcilla % (a)* | 32,5 | 34,5 | 29,0 | 35,5 | 35,5 |
| Materia orgánica % | 3,5 | 2,4 | 2,5 | 2.8 | 2,8 |
| **Muestra N° 3955 — Franco limosa** | | | | | |
| Porcentaje de la fracción | | 15,9 | 22,9 | 27,0 | 13,0 |
| Arcilla % (a) | 25,5 | 34,0 | 36,5 | 31,5 | 28,5 |
| Materia orgánica % | 2,6 | 2,0 | 1,9 | 2,3 | 2,3 |
| **Muestra N° 3965 — Franco limosa** | | | | | |
| Porcentaje de la fracción | | 19,4 | 24,0 | 25,8 | 5,2 |
| Arcilla % (a) | 27,5 | 15,5 | 23,0 | 26,5 | 31,0 |
| Materia orgánica % | 2,5 | 1,6 | 1,9 | 2,4 | 3,8 |
| **Muestra N° 3966 — Franco arcillo limosa** | | | | | |
| Porcentaje de la fracción | | 19,3 | 25,5 | 30,4 | 3,7 |
| Arcilla % (a) | 32,0 | 20,5 | 28,0 | 35,0 | 33,0 |
| Materia orgánica % | 1,7 | 1,4 | 1,5 | 1,8 | 2,0 |
| **Muestra N° 3967 — Arcillo limosa** | | | | | |
| Porcentaje de la fracción | | 20,6 | 20,6 | 21,8 | 9,8 |
| Arcilla % (a) | 47,0 | 29,0 | 36,5 | 48,0 | 46,5 |
| Materia orgánica % | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 |
| **Muestra N° 4594 — Franco arcillo limosa** | | | | | |
| Porcentaje de la fracción | | 17,0 | 22,0 | 18,0 | 4,0 |
| Arcilla % (a) | 30,5 | 13,5 | 19,0 | 25,0 | 31,0 |
| Materia orgánica % | 1,7 | 1,0 | 1,2 | 1,6 | 1,8 |
| **Muestra N° 4595 — Arcillosa** | | | | | |
| Porcentaje de la fracción | | 15,5 | 23,3 | 13,0 | 2,0 |
| Arcilla % (a) | 54,0 | 32,0 | 42,0 | 41,0 | 40,0 |
| Materia orgánica % | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,5 |
| **Muestra N° 5044 — Franco limosa** | | | | | |
| Porcentaje de la fracción | | 22,0 | 26,0 | 26,0 | 5,0 |
| Arcilla % (a) | 16,0 | 13,0 | 12,5 | 16,0 | 17,5 |
| Materia orgánica % | 1,4 | No determinada | | | |
| **Muestra N° 5041 — Arcillosa** | | | | | |
| Porcentaje de la fracción | | 14,5 | 20,5 | 29,0 | 14,5 |
| Arcilla % (a) | 47,5 | 35,5 | 30,0 | 43,0 | 46,0 |
| Materia orgánica % | 0,5 | No determinada | | | |

* (a) Menor de 2 micrones.

Cuadro 2

*Capacidad de intercambio de cationes m.e. por 100 gr.*

| Tamaño de las fracciones, micrones | 20-41 | 41-76 | 76-166 | 166-2000 |
|---|---|---|---|---|
| Muestra | | | | |
| 4594 | 9,1 | 10,5 | 13,7 | 16,0 |
| 4595 | 21,3 | 22,8 | 26,3 | 25,3 |
| 4971 | 19,5 | 22,4 | 25,1 | 26,1 |
| 4972 | 18,8 | 21,2 | 31,6 | No det. |
| 5041 | 23,6 | 17,0 | 27,1 | 31,8 |
| 5044 | 9,7 | 9,5 | 13,8 | 14,5 |
| 5318 | 17,3 | 16,4 | 23,0 | 25,1 |

*c) Determinación de la granulometría elemental*: efectuada por el personal del Departamento Física del Suelo, según Método Internacional modificado por Codoni (1).

*d) Determinación del contenido en materia orgánica*: efectuada por el personal de la Dirección de

Química Analítica General, según método de combustión húmeda de WALKLEY y BLAK (5).

*e) Complejo de intercambio*: determinación de capacidad de intercambio, efectuada por el personal del Departamento de Elementos Asimilables e Intercambiables, por tratamiento con acetato de amonio.

DISCUSIÓN.

*a) Contenido en arcilla*: de nueve muestras estudiadas, en 6 casos el contenido en arcilla tiende a aumentar al crecer el tamaño aparente de los agregados; en 2 casos no muestra tendencia definida y en 1 caso tiende a disminuir.

*b) Contenido en materia orgánica*: de siete muestras estudiadas, en todos los casos el contenido en materia orgánica alcanza su valor máximo en fracción 2000-166 micrones y en 6 casos tiende a aumentar al crecer el tamaño aparente de los agregados.

*c) Capacidad de intercambio de cationes*: en las siete muestras estudiadas, en todos los casos la capacidad de intercambio de cationes tiende a aumentar al crecer el tamaño aparente de los agregados.

Los valores obtenidos en nuestro trabajo no se adaptan para ser comparados con los obtenidos por los otros investigadores que abordaron el tema, en razón de las diferencias en los procedimientos empleados para la separación de las fracciones. WITTMUS y MAZURAK (6), tamizaban en seco y complementaban con levigación con alcohol metílico, es decir no separaban agregados estables al agua, y el tamaño de los separados alcanzaba hasta 9 mm; GAREY (3) y ELSON (2) empleaban tamización húmeda, con ello separaban agregados medianamente estables al agua, en fracciones de acuerdo a su tamaño real; nosotros al emplear levigación con agua durante 6 horas, separamos fracciones de agregados muy estables al agua, especialmente aquellos de mayor tamaño, que eran expuestos a la acción de corrientes de mayor intensidad y las fracciones de agregados no resultan separadas de acuerdo a su tamaño real, sino de acuerdo al tamaño aparente, resultante del tamaño real, de la forma y densidad del agregado saturado con agua.

Estimamos que los resultados obtenidos muestran una sensible influencia de la materia orgánica en la formación, tamaño y estabilidad de los agregados. En cuanto al hecho que el contenido en arcilla tienda a crecer con el tamaño de los agregados, lo interpretamos como que ello es en parte consecuencia de lo anterior, o sea, que el mayor contenido de materia orgánica, por su acción agregante, es causa del mayor contenido en arcilla y ambos, de la mayor capacidad de intercambio. Indudablemente que el estado de saturación del complejo de intercambio debe gravitar sobre esas relaciones y al objeto cabe mencionar que WITTMUS y MAZURAK (6) hallaron que en las fracciones variaban las proporciones de hidrógeno y calcio, variaciones que también encontramos en algunos de nuestros ensayos.

BIBLIOGRAFÍA


(1) CODONI, M.: *Suelos de la Provincia de Santa Fe. Estudio de la textura. I Análisis granulométrico.* Inst. Exp. de Invest. y Fom. Agr. Ganadero, Santa Fe. Pub. Téc. nº 53 (1944).

(2) ELSON, J.: *Distribution of total and alkali soluble organic matter between the whole soil and soil aggregates of Dunmore Silt Loam. II Comparison of five aggregate size groups 30 months after liming.* Soil Sci. **56**: 177-183 (1943).

(3) GAREY, C. L.: *Properties of soil aggregates. I Relation to size, water stability and mechanical composition. Proceedings.* Soil Sci. Soc. of Am. **18**: 16-18 (1954).

(4) GOLLÁN, J.: *Levigador (modelo B) para análisis mecánico de suelos.* Rev. Fac. Quím. Ind.; Santa Fe. VI; 79 (1938).

(5) WALKLEY, A.; BLAK, I.: *Modificación propuesta al método de Degtjareff para la determinación de la materia orgánica del suelo por titulación con ácido crómico.* Soil Sci.: **37**: 29-38 (1934).

(6) WITTMUS, H.; MAZURAK, A. P.: *Physical and Chemical properties of soil aggregates in a Brunizem Soil. Proceedings.* Soil Sci. Soc. of Am. **22**: 1:5 (1958).


## Relación entre el porcentaje de marchitamiento permanente y la textura. Suelos de Choele Choel

*(Trabajo)*


LUIS A. CERANA, RUBÉN MANZI y ANTONIO GRÜNER


En un trabajo anterior (1) los autores presentaron las gráficas PMP — arcilla y PMP — arcilla + limo, obtenidas en suelos no salinos de la provincia de Santa Fe, entre los que se encontraban representantes de un amplio rango de textura, con conte-

nidos de materia orgánica que variaban entre 0,2 y 5,4 % y pH comprendidos entre 5,5 y 8.

La gráfica PMP — arcilla (menor de 2 micrones) mostraba una relación satisfactoria entre esos valores y se sugirió su empleo para la determinación indirecta del PMP en suelos de la Provincia, para lo cual bastaría conocer su contenido en arcilla. También se la utilizó como base de un criterio para la clasificación de los suelos salinos de la Provincia y en especial, se le propuso como recurso útil para pronosticar el PMP que le correspondería a los suelos salinos luego de su recuperación.

La gráfica PMP — arcilla + limo no mostraba una relación satisfactoria y ello se interpretó como índice de que el limo (2-20 micrones) no intervenía de manera apreciable en la retención del agua a niveles de tensión de humedad mayores de 15 atmósferas.

En oportunidad de haber remitido el Ing. Agr. Dámaso Lachaga un conjunto de muestras de suelos de Choele Choel, para su estudio, se consideró de interés relacionar el PMP y la textura de dichos suelos, tal como se habría logrado hacerlo en los de Santa Fe.

Procedimientos empleados.

El PMP se determinó por el método biológico corriente, empleando girasol como planta indicadora y siguiendo la misma técnica empleada en el trabajo anterior (1). En el caso de tratarse de suelos con un contenido salino mayor que 0,1 %, las sales se eliminaban por lavado antes de la determinación. Las determinaciones se efectuaron por duplicado como mínimo.

El análisis granulométrico (realizado por el personal del Departamento de Física del Suelo) se efectuó según el Método Internacional modificado por Codoni (2).

Resultados obtenidos.

Fueron utilizadas siete muestras; los resultados logrados, se presentan en el cuadro de valores adjunto, en el que, para mejor información, se consignan los contenidos de materia orgánica y sales solubles. Estos resultados se trasladaron a gráficos (figs. 1 y 2).

| Número de registro de la muestra | Porcentaje de marchitamiento permanente | Arcilla (menor de 2 micr.) % | Arcilla + limo (menor de 20 micr.) % | Materia orgánica % | Sales solubles % |
|---|---|---|---|---|---|
| 4623 | 6,1 | 9,8 | 18,2 | 0,90 | 0,07 |
| 4627 | 8,4 | 11,0 | 27,0 | 0,90 | 0,C0 (x) |
| 4634 | 8,6 | 11,3 | 29,3 | 1,20 | 0,08 |
| 4637 | 9,4 | 15,0 | 33,5 | 1,80 | 0,C0 (x) |
| 4630 | 12,1 | 23,2 | 49,2 | 4,30 | 0,00 (x) |
| 4643 | 13,3 | 25,0 | 51,5 | 1,50 | 0,00 (x) |
| 4640 | 17,9 | 39,7 | 80,7 | 1,70 | 0,00 (x) |

(x) Lavadas hasta eliminación de sales solubles.

Discusión.

A pesar del reducido número de muestras empleadas, las relaciones obtenidas son promisorias. A diferencia de los suelos de Santa Fe (1) en Choele Choel, parece lograrse una relación más consistente al vincular el PMP con arcilla + limo (menor de 20 micrones), impresionando como si en Choele Choel están desplazadas, respecto a las de una participación no despreciable en la retención de agua a Tensiones de Humedad superiores a 15 atmósferas.

Se observa que las gráficas correspondientes a Choele Choel, están desplazadas respecto a las de Santa Fe, en el sentido de un mayor valor del PMP para igual contenido de las fracciones granulométricas.

Nielsen y Shaw, guiados por un propósito similar al nuestro (3), expresan: de muchos suelos se dispone del análisis de su textura determinada por el hidrómetro y en otros ella puede ser determinada fácilmente; en muchos de ellos puede ser deseable poseer un recurso para la rápida estimación del Punto de Marchitamiento; también destacan que varios autores han hallado que el porcentaje a 15 atmósferas correlaciona bien con el Punto de Marchitamiento determinado directamente. En cuenta de todo ello se propusieron presentar un método gráfico para estimar el porcentaje a 15 atmósferas, a partir de los datos obtenidos en el análisis de la textura con el hidrómetro, según Bouyoucos (4).

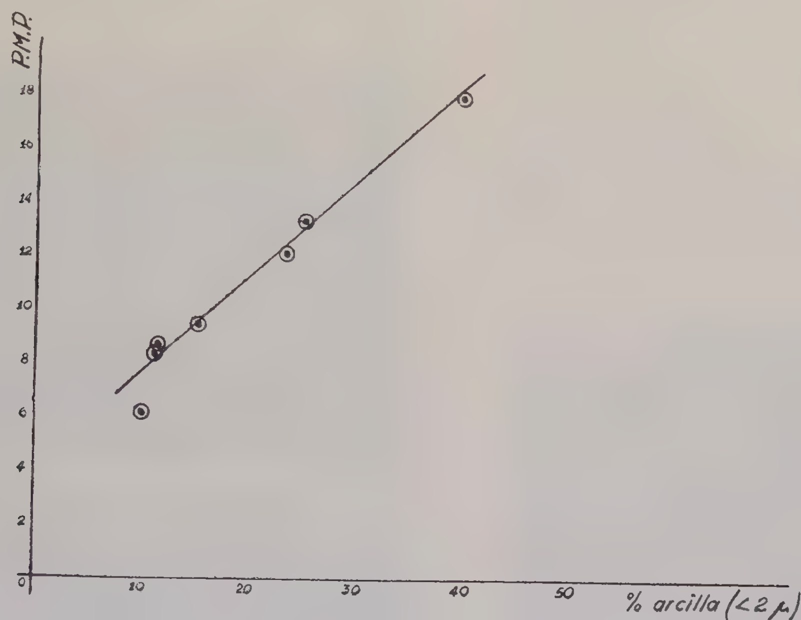
Empleando 730 muestras de suelos de Iowa, encuentran una relación gráfica, no lineal, entre el porcentaje a 15 atmósferas y el contenido en arcilla. No hallan vinculación con el limo.

De la observación de la curva se desprende que son frecuentes desviaciones superiores a 2 unidades,

y ello, aun dentro del rango de valores para el porcentaje a 15 atmósferas, inferiores a 10 unidades.

En nuestros trabajos las desviaciones máximas eran menores de 1,5 unidades, y si bien el número de muestras por nosotros empleadas es muy inferior, la determinación de la granulometría se efectuó por un procedimiento que asegura la dispersión total y el PMP fue determinado directamente.

La dispersión incompleta y también la posibilidad de que en la determinación del porcentaje a 15 atmósferas en suelos muy arcillosos, no se llegue a la extracción total del agua retenida a tensión de



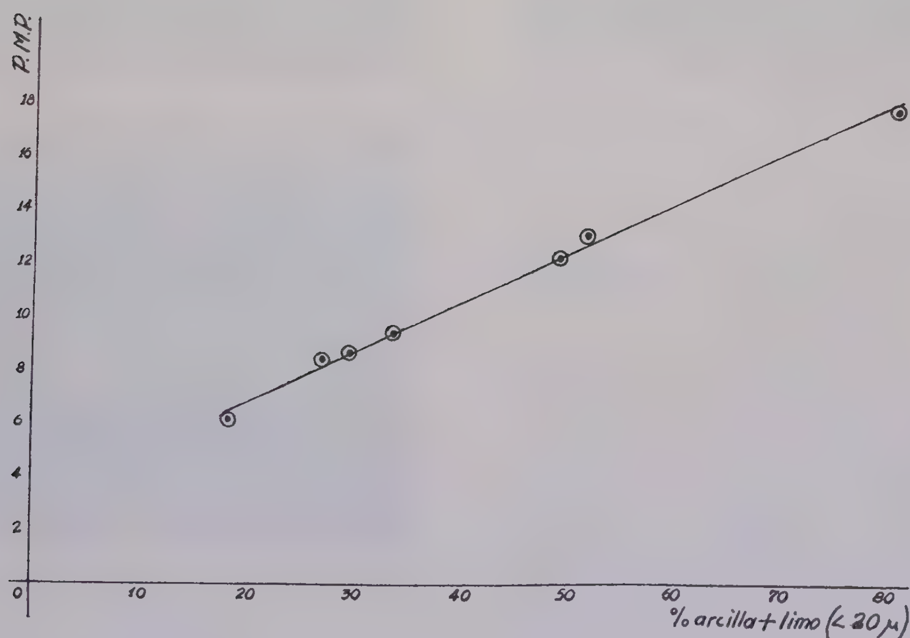




Fig. 2. — Relación entre el porcentaje de marchitamiento permanente y la textura. Suelos de Choele-Choel.

humedad inferior a 15 atmósferas, como consecuencia de que el tiempo empleado para su determinación con el aparato de membrana a presión y el lento desplazamiento del agua en esas condiciones, pueden ser razones por las cuales la gráfica obtenida por NIELSEN y SHAW es cóncava, mientras que la obtenida por nosotros, con suelos de Santa Fe, es convexa. En el caso de suelos de Choele Choel no se han empleado muestras con contenido de arcilla superior a 40, ni menor de 10 y tal vez por ello no se manifiesta una curvatura apreciable.

### BIBLIOGRAFÍA


(1) CERANA, L.; MANZI, R.; GRÜNER, A.: *Estudio Experimental sobre el Porcentaje de Marchitamiento Permanente. Clasificación de los Suelos Salinos.* Dirección General de Química Agrícola y Edafología, Santa Fe (1957).

(2) CODONI, M.: *Suelos de la Provincia de Santa Fe. Estudio de la Textura. I Análisis granulométrico.* Instituto Experimental de Investigaciones y Fomento Agrícola Ganadero, Santa Fe (1943).

(3) NIELSEN, D.; SHAW, R. H.: *Estimation of the 15 atmosphere Moisture Percentage from Hydrometer data.* Soil Sci. 103-105 (1958).

(4) BOUYOUCOS, G. J.: *A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analyses of soils.* J. Am. Soc. Agron. 43: 434-438 (1951).


## Dinámica de los médanos en la región pampeana semiárida

(*Comunicación*)


ANTONIO J. PREGO y FEDERICO J. PROHASKA


### 1. INTRODUCCIÓN.

La consecuencia más característica de la erosión eólica de la pampa semiárida la constituyen los médanos, debido a la convergencia de factores naturales y humanos: textura predominantemente arenosa de los suelos, escasez de materia orgánica, semiaridez casi permanente, vientos fuertes y frecuentes, y utilización irracional del suelo (pastoreo excesivo, labranzas inoportunas y con máquinas inadecuadas, ausencia de rotaciones, desconocimiento de la aptitud de la tierra, etc.).

Como campo de estudio se eligió un área medanosa típica de esta zona, ubicada a diez kilómetros al sudeste de Trenque Lauquen (prov. de Buenos Aires), 36°00' S y 62°40' W (fig. 1). Este médano es

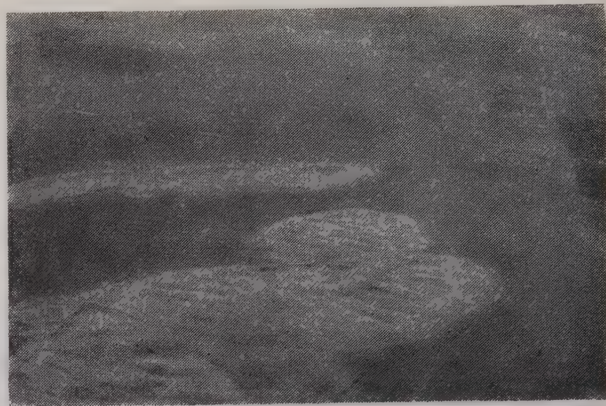


Fig. 1. — Área medanosa activa de la Colonia "Las Tunas" (Trenque Lauquen). El médano en segundo plano fue fijado un año antes y completamente praderizado.
(*Foto gentilmente cedida por el Sr. José F. Mayo*).

activo en toda su extensión, presenta la característica forma ovoide y cubre una superficie aproximada de 16 hectáreas. En el interior del mismo se extiende una serie de crestas, en general orientadas de

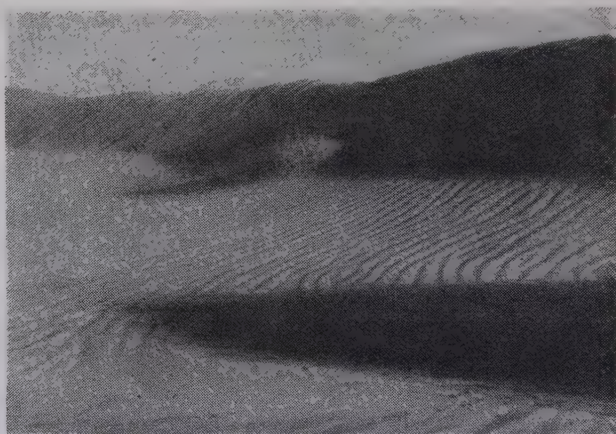


Fig. 2. — Cresta continua y recta en la parte central del médano.

este a oeste (perpendicularmente a la dirección del viento prevalente de esta zona), sea en forma continua y aproximadamente recta (fig. 2) o en forma de media luna, tipo Barchan (fig. 3). La altura de estas crestas oscila entre 0,5 y 5 m.

La arena del médano es desplazada por el viento, una vez sobrepasada la velocidad mínima necesaria (unos 20 km/h). Tratándose de un movimiento turbulento, la iniciación del mismo está originada por su componente vertical (en general, la quinta parte de la velocidad media horizontal). Existen principalmente tres formas básicas de movimiento de la arena en un médano que actúan a la vez:

*Suspensión*: granos con diámetro menor de 0,05 milímetros, aproximadamente, y materia orgánica. Cuando la componente vertical del viento (hacia arriba) es mayor que la velocidad media de la caída del grano, la arena es llevada a grandes distancias, volviendo a la superficie terrestre en un proceso de sedimentación. Por lo tanto, extensas zonas, en dirección del viento prevalente, aun lejos del médano, se cubren poco a poco de materia arenosa, acentuándose este proceso al acercarse al médano.



Fig. 3. — Cresta en forma de media luna, tipo Barchan.

*Saltación*: diámetro del grano, 0,05-1 mm. La saltación del grano se debe a la presión directa del viento o por colisión con otras partículas arenosas. El grano, así movilizado, se levanta casi perpendicularmente al aire, obteniendo energía ulterior por la mayor velocidad del viento a mayores alturas, y vuelve a la superficie en ángulo suave, formando ondas con longitudes que dependen del diámetro del grano y de la velocidad del viento (fig. 4). La altura del salto depende de la velocidad del viento y diámetro del grano y es, en término medio, la cuarta o quinta parte de la longitud del salto. En general la saltación es el movimiento predominante.

*Rodamiento*: los granos con diámetro mayor de 1 mm son demasiado pesados para saltar. Obtienen la energía para su movimiento por el impacto de otros granos y se deslizan rodando sobre la superficie arenosa.

Con el fin de medir los movimientos del médano, se marcaron una serie de crestas y valles con diferente configuración en el interior del mismo y el borde exterior o perímetro. A los efectos de tal estudio, se considera como límite allí donde más del 50 % del suelo está cubierto por arena. La marcación se efectuó con delgadas estacas de hierro redondo de 1 a 2 m de longitud, según la dinámica prevista del lugar; se ubicaron 300 estacas.



Fig. 4. — "Ondas" de arena ("ripples"). El diámetro del grano determina la longitud de la onda.

Al interpretar los resultados de los tres primeros meses de observaciones, hay que tener presente que esta época (mayo-agosto 1959) se destacó por una actividad pluvial extraordinaria, de modo que el movimiento del médano y de sus crestas fue mucho más reducido que en inviernos normalmente secos. Es así que, por ejemplo, el mes de junio tuvo 77 mm de lluvia, lo que es más de tres veces la suma normal para este mes (24,8 mm).

## 2. Movimiento del borde del médano.

En el primer período, 23 mayo-14 junio, el avance resultó insignificante y tuvo lugar sólo en dirección S-SE, pero únicamente en estas partes donde el borde original consistía en arena pura acumulada, con una altura de 10 a 40 cm, y con exposición hacia las direcciones mencionadas. En algunos lugares se

observó un avance máximo de 1 m. Sobre el frente total medido, de unos 450 m, sólo en tramos que suman 100 m se pudo observar movimiento. La pérdida total del área cultivada fue en estos 22 días menor de 100 m².

En el segundo período, 14 junio-24 julio, avanzó todo el frente medido, aunque más pronunciadamente en el borde expuesto al SW. En esta orientación se observaron avances medios de 8 a 12 m y avances máximos de hasta 16 m. En término medio, el frente expuesto hacia el W avanzó de 2 a 3 m, el frente hacia el SW 10 m y el frente hacia el SE 3 a 4 m. El avance del frente S no pudo medirse por haber desaparecido las estacas correspondientes.

El borde original del médano (estado del 23 de mayo, fecha de iniciación de los estudios) fue enteramente cubierto por arena, acumulándose ésta hasta alturas de 10 cm a fines de julio. En general se observó, además, que la distancia entre el borde actual del médano, como definido más arriba, y la arena pura fue de 1 a 3 m.

En el tercer período, 24 julio-27 agosto, el avance fue nuevamente reducido, promediando alrededor de 1 a 2 m, sin preferencia para una dirección determinada.

Sumando los tres períodos, se perdió un área cultivada de 2.500 m², o sea, en término medio, 7,6 m sobre un frente de 330 m.

Las observaciones de la estación meteorológica de Trenque Lauquen, para los dos primeros períodos, aclaran en forma cualitativa y perfectamente bien el comportamiento del médano, como se desprende del cuadro siguiente:

Número de días con velocidad de viento ⩾ 3 Beaufort (15 km/h) a las 14 h, en los dos primeros períodos de observación

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1er. período .... | 3 | 1 | — | — | 3 | — | 1 | 4 | 12 |
| 2º período ..... | 4 | 10 | 3 | 2 | 1 | 4 | 2 | — | 26 |

En el primer período hubo sólo 12 días con vientos de una velocidad necesaria para poner en movimiento la arena del médano y, en su mayoría (en 7 de los días), estos vientos soplaron de la dirección NW y W. El movimiento total del médano fue, pues, hacia el SE y S. En el segundo período, sin embargo, fueron 26 los días con vientos fuertes, por lo cual resultó un movimiento mucho mayor y hacia el SW, según la prevalencia de los vientos del NE.

3. Movimiento de algunas crestas en el interior del médano.

Ya que las crestas están más expuestas a la fuerza del viento que el borde, el movimiento de las mismas es más rápido, y reacciona instantáneamente a las variaciones de la velocidad y dirección del viento. Fue así como se observaron, en una tarde con viento de moderado a fuerte, avances de crestas de hasta 1,50 m. Pero, por la misma exposición libre a los vientos, las crestas pueden también retroceder con la misma velocidad, formándose crestas superpuestas a barlovento de la cresta original, que pueden crecer hasta invertir la forma originaria de la duna. Sujeto, pues, a los cambios de la dirección del viento y a su intensidad variable, el movimiento total en un lapso mayor de tiempo depende, así, de la fuerza y dirección resultante del viento en esta época, y de la exposición a la misma de las distintas partes de la duna. El movimiento total de las crestas en una sola dirección fue, por lo tanto, mucho menor que el del borde, ya que este último, por razones obvias, puede moverse solamente en forma unidireccional. De tal modo, se explica que el movimiento de las crestas de 7 dunas fuera relativamente pequeño, no excediendo 1 a 2 m en dirección al viento de mayor frecuencia. Además, no es posible medir siempre tal avance, ya que la cresta cuando excede el ángulo crítico (34º en término medio) se derrumba formándose un declive uniforme, sin destacar ninguna cresta.

4. Conclusiones preliminares.

1º Frecuentes vientos, con una velocidad mayor de cierto límite, provocan un intenso movimiento en las crestas internas del área medanosa, originando fuertes desplazamientos que pueden superar 1 m en pocas horas; no obstante, dada la alternativa de vientos, este avance no es acumulativo en una sola dirección sino que más bien se transforma en un movimiento de vaivén, con escaso progreso definitivo en una orientación determinada.

2º Una fuerte tormenta de viento sur, que sopló durante un solo día, invirtió prácticamente la característica formación de las crestas que tienen su pendiente suave al norte (barlovento de los vientos predominantes) y su caída abrupta al sur (sotavento).

3º En condiciones normales, con la pendiente abrupta a sotavento de los vientos predominantes,

se determinaron ángulos de 30 o 33°, característicos de estas formaciones arenosas en otros países.

4° En los límites del área medanosa se han registrado avances considerables. En promedio, pese al tiempo poco propicio para las voladuras, fueron éstos de 2 a 10 m, cubriendo en total una superficie aproximada de 2.500 m², lo que demuestra la peligrosidad permanente de estas áreas medanosas activas, en continua progresión sobre las valiosas tierras vecinas. Debe señalarse, no obstante, que en períodos de tiempo favorable (poco viento y frecuentes lluvias) el médano puede retroceder por recuperación natural de la vegetación espontánea o cultivada.

### BIBLIOGRAFÍA


BAGNOLD, R. A. 1941 y 1954: *The physics of blown sand and desert dunes.* Methuen & Co. Ltd., London.

BOVET, PEDRO A. 1912: *Cómo encarar nuestro problema de los médanos.* M. O. P. de la Provincia de Buenos Aires, 31 p., 87 fotografías. Taller de impresiones oficiales. La Plata (R. A.).

CHEPIL, W. S. 1945-1946: *Dynamics of wind erosion.* I a V. Soil Science, vols. 60 y 61.

HILST, G. R. y P. W. NICKOLA. 1959: *On the wind erosion of small particles.* Bulletin American Meteorological Society, vol. 40: 73-77.

INSTITUTO DE SUELOS Y AGROTECNIA. 1948: *La erosión eólica en la región pampeana y plan para la conservación de los suelos.* Publ. Misc., nº 303, 235 pp.

INSTITUTO DE SUELOS Y AGROTECNIA. 1956: *Conservación del suelo y del agua.* Publ. Misc., nº 416, 118 pp.

MIROLI, ALEJANDRO. 1920: *Fijación de médanos vivos movedizos con álamo de Italia.* Un folleto con 16 pp. y 17 láminas, sin pie de imprenta ni fecha de impresión.

MONTICELLI, J. V. 1938: *Anotaciones fitogeográficas de la Pampa Central.* Lilloa III: 251-382. Tucumán.

TALLARICO, L. A. 1959: *Conservación del suelo agrícola en la Argentina.* Suma de Geografía. Tomo IV, Capítulo II. Edit. Peuser.


## Determinación rápida de la humedad del suelo por presiometría de acetileno

(*Trabajo*)


LEÓN NIJENSOHN y HÉCTOR PILASI


En este trabajo se describe un método para la determinación rápida de la humedad del suelo basado en la medida de la presión del acetileno formado por la reacción con carburo de calcio.

Se proponen dos tipos de aparatos, ambos con manómetro Bourdon, uno metálico y el otro de vidrio, adecuados para ser utilizados en condiciones de campaña. Se indica el cálculo teórico y práctico de su taraje.

A los procedimientos ya conocidos se introducen las siguientes modificaciones:

1°) En los casos de tierra muy húmeda y/o arcillosas se disgrega la muestra, previamente pesada, con cuarzo molido.

2°) Corrección de la lectura manométrica (control periódico del Bourdon con manómetro de mercurio) y normalización a 20° C.

3°) Empleo de valores de corrección que dependen de la textura organoléptica; para suelos de arenosos a francos + 0,75 % y para suelos de franco-arcillosos a arcillosos + 2,11 %.

En esta forma se consigue, por una parte, que la reacción sea más rápida y completa y, por otra, mejorar la exactitud y reproducibilidad del método.

En 41 determinaciones realizadas con cuatro grupos texturales de suelos entre 1,1 y 31,21 % de humedad, los errores absolutos cometidos con este método varían entre 0,14 y 0,67 %.

## Lodos de perforación. Su alteración por efectos mecánicos sobre las bentonitas

(*Trabajo*)


ANSELMO O. BONAMIN


Los sistemas agua-bentonita utilizados en la perforación rotativa de pozos requieren un constante tratamiento a fin de mantener sus cualidades plásticas y sus propiedades de baja filtración. Normalmente se atribuye el deterioro que presentan a diversas circunstancias: contaminación de sales, pérdida de agua por evaporación y filtración, efecto del pH y de la temperatura, etc.

Con el presente trabajo se ha iniciado un estudio sobre los efectos que las acciones mecánicas ejercen sobre las bentonitas, considerando la acción moledora del trépano, bombas, etc., para ello se ha pro-

cedido a moler en seco, en un molino a bolas y durante tiempos que alcanzan a 200 horas, bentonitas procedentes de Mendoza. Con los productos molidos se han preparado suspensiones en agua y después de un período estandarizado de agitación y envejecimiento se han determinado sus características. Los resultados indican que la viscosidad plástica, el punto de escurrimiento y la pérdida de agua de las muestras sometidas a molienda prolongada resultan muy afectadas rindiendo, lo que originalmente se consideraba una buena bentonita, un mal lodo de perforación.

Exposición de los resultados obtenidos, complementados con determinaciones de propiedades de intercambio de bases, reacciones colorimétricas y observaciones con el ultramicroscopio.

## Acerca de la aplicabilidad de una fórmula en la determinación del límite líquido de un suelo

(*Trabajo*)

Silvano J. Trevisan

No envió resumen.

## Estudio de la adsorción de productos de fisión con tierras de Ezeiza

(*Trabajo*)

Leopoldo Anghileri

Se estudió la adsorción de productos de fisión por tierra proveniente de la capa superficial (1,50 m) de la zona de Ezeiza. Ensayándose sobre una columna formada por un corte del terreno la adsorción y su posterior elución.

Fue asimismo determinada la influencia del pH del eluente en la adsorción sobre columna.

Paralelamente se estudió el efecto sobre la adsorción, del pH, temperatura, tiempo y cantidad de tierra para ensayos realizados en vasos de precipitado y con agitación mecánica.

Se estableció la capacidad de adsorción de esta tierra para 90Sr y 137Cs.

## El empleo del tamizador rotatorio en el estudio de suelos pampeanos

(*Comunicación*)

Luis A. Tallarico, Antonio C. Ferreiro
y Fernando S. Stillo

Introducción.

Investigadores de América del Norte, especialmente canadienses y estadounidenses, han llevado a cabo una serie de trabajos de reconocido valor científico relacionados con la estructura del suelo en cuya ejecución ha tenido participación fundamental el empleo del tamizador rotatorio. Los diseñadores de este instrumento fueron Chepil y Bisal (1).

El tamizador rotatorio se usa principalmente para estudiar el estado de la estructura de los agregados secos, la influencia de la humedad del suelo sobre la susceptibilidad a la erosión eólica, la estabilidad mecánica del suelo, la erosión potencial en condiciones especiales de viento y suelo, las relaciones entre la estabilidad de la estructura en agua y la predisposición del suelo a la degradación, el efecto del manejo del suelo sobre su estado de agregación, etc.

Sobre la base de nuevas normas publicadas por uno de sus autores (4), se construyó en el Instituto de Suelos y Agrotecnia un tamizador rotatorio con la finalidad de emprender la realización de algunas investigaciones relacionadas con problemas de degradación que afectan los suelos de varias zonas del país. El aparato de referencia fue construído por el electrotécnico del nombrado Instituto, señor Fernando Kanemann, quien contó con la colaboración del electrotécnico Víctor Piskulic.

En su construcción se emplearon algunos elementos en desuso, debiéndose, asimismo, ejecutar a torno algunas piezas que no se hallaban disponibles en el mercado.

La última circunstancia anotada obligó también a introducir modificaciones en la escala normal de aberturas de los tamices. Tales modificaciones se introdujeron siguiendo las recomendaciones de Chepil, quien fue consultado sobre el particular. Conforme con dichas recomendaciones, se emplearon tamices con aberturas redondas de 23, 7,5, 2,5, 1 y 0,5 mm de diámetro en reemplazo de tamices con

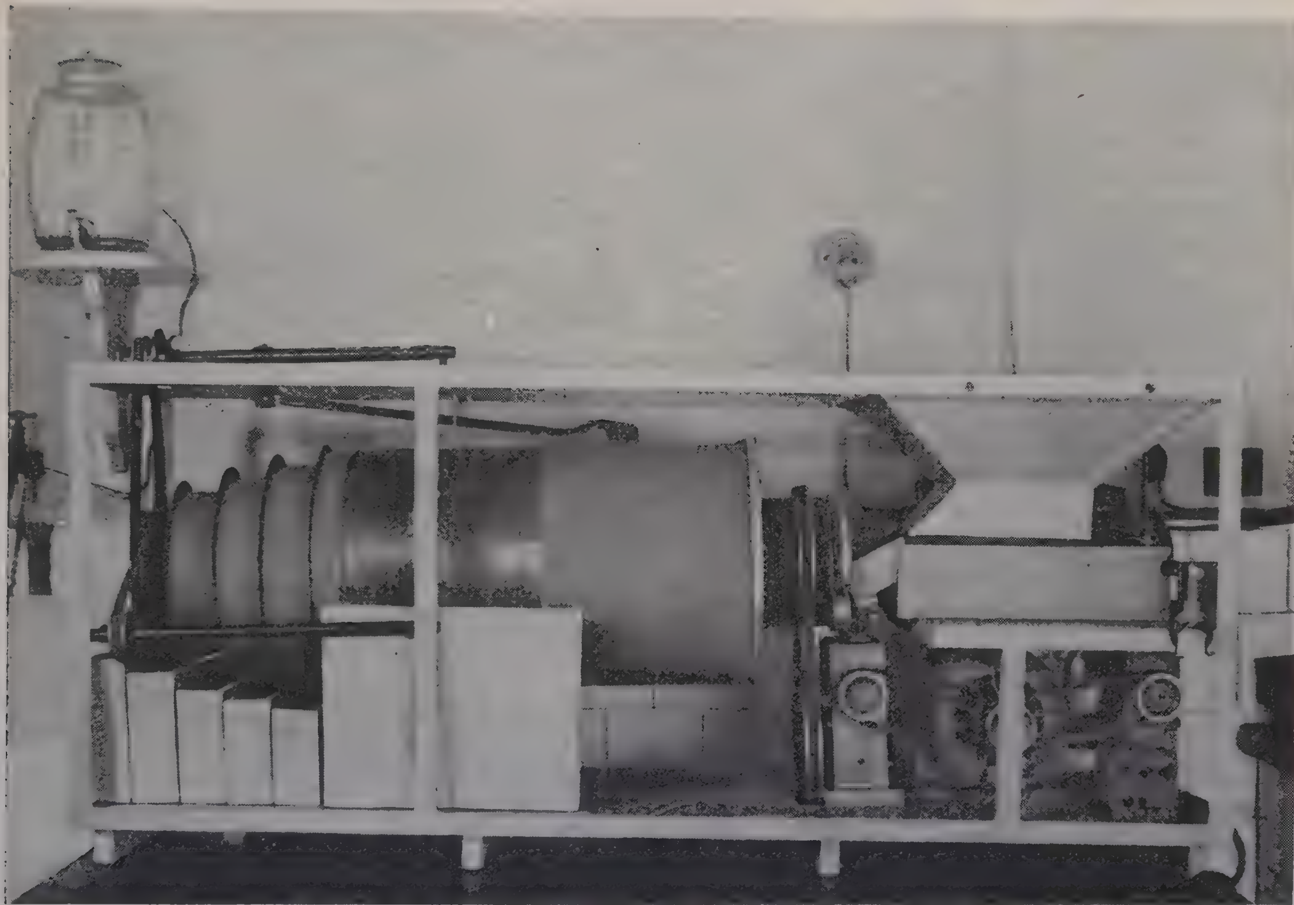
aberturas cuadradas y diámetros indicados por CHEPIL y otros investigadores en sus trabajos.

ENSAYOS REALIZADOS.

Durante el mes de marzo del corriente año se tomaron 18 muestras de suelo en campos cultivados con especies que en esa época se hallaban al final de su ciclo vegetativo. Se procuró de ese modo que en todos los casos hubiese transcurrido un lapso prácticamente igual desde la última labranza hasta el momento en que se tomaron las muestras.

Mediante el uso de una pala plana, el suelo de los 5 cm superiores fue colocado en cajas de cartón parafinado de base cuadrada, de 20 cm de lado y 5 cm de altura, tratando de evitar en esta operación la alteración de la estructura natural. Se procuró, asimismo, que las muestras estuvieran razonablemente libres de residuos vegetales ya que éstos entorpecen la separación de los agregados y alteran los resultados. El peso de las muestras osciló entre 1,5 y 2,5 kg.

Una vez en el laboratorio, las muestras fueron secadas al aire y recién fueron sometidas al tamizado cuando presentaron un grado conveniente de sequedad.



*Tamizador rotatorio.*

RESULTADOS OBTENIDOS.

En el cuadro 1 se dan los porcientos de los agregados secos. Se incluye, además, el peso específico aparente de la fracción B, valor que se utiliza para el cálculo teórico de la erosión potencial expresada en toneladas por hectárea, dato que también se agrega en este cuadro.

En general, los agregados con diámetro menor de 1 mm son fácilmente desintegrados por el viento, mientras que los que ofrecen un diámetro mayor son muy resistentes a la acción del viento (5). Los

CUADRO 1

| Partido o departamento | Lugar | Muestra Nº | Distribución por tamaño de los agregados secos en % A 05, mm | B 0,5-1 mm | C 1-2,5 mm | D 2,5-7,5 mm | E 7,5-23 mm | F 23 mm | P. E. aparente de B | Erosión potencial en tn/ha |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Guatraché ....... | Gral. M. Campos (al N) | 1 | 60 | 3 | 9 | 17 | 10 | 1,0 | 1,66 | 18,55 |
| ,, ....... | Santa Teresa (al O) | 2 | 16,5 | 4,7 | 9,8 | 16,8 | 17,7 | 34,5 | 1,79 | 0,16 |
| ,, ....... | Santa Teresa (al E) | 3 | 33,7 | 5,3 | 7,9 | 13,5 | 10,3 | 29,3 | 1,92 | 1,28 |
| ,, ....... | Gral. M. Campos (al N) | 4 | 56,2 | 3,7 | 9,6 | 16,1 | 13,4 | 1,0 | 0,98 | 19,69 |
| Adolfo Alsina ..... | Rivera (al N) | 5 | 52,5 | 4,8 | 7,5 | 14,0 | 11,8 | 9,4 | 1,47 | 10,87 |
| ,, ,, ..... | Thames (al S) | 6 | 83,6 | 2,8 | 3,1 | 6,6 | 3,2 | 0,7 | 2,47 | 71,87 |
| ,, ,, ..... | Maza (al S) | 7 | 69,88 | 2,91 | 5,20 | 12,60 | 8,69 | 0,72 | 1,66 | 34,02 |
| Catriló .......... | Catriló (al E) | 8 | 39,70 | 4,64 | 6,71 | 15,05 | 18,40 | 15,50 | 2,17 | 2,27 |
| Pellegrini ......... | Pellegrini (al E) | 9 | 49,47 | 3,11 | 5,40 | 11,70 | 14,10 | 16,22 | 2,0 | 6,05 |
| ,, ........ | Bocayuva (al O) | 10 | 37,95 | 5,14 | 10,14 | 18,77 | 19,60 | 8,42 | 1,60 | 2,32 |
| Trenque Lauquen. | Mari Lauquen (al N) | 11 | 51,98 | 3,34 | 6,91 | 15,98 | 19,76 | 2,03 | 1,78 | 7,63 |
| ,, ,, | Mari Lauquen (al N) | 12 | 32,40 | 3,53 | 8,21 | 17,70 | 23,90 | 14,26 | 1,48 | 0,89 |
| Pellegrini ......... | Ing. Thomspon (al E) | 13 | 72,20 | 3,18 | 4,93 | 10,24 | 8,07 | 1,38 | 1,92 | 21,74 |
| ,, ......... | Quenumá (al N) | 14 | 60,0 | 5,07 | 7,67 | 14,93 | 11,23 | 1,10 | 1,85 | 17,49 |
| ,, ......... | Murature (al N) | 15 | 42,10 | 8,60 | 5,19 | 12,30 | 18,61 | 13,20 | 2,16 | 3,85 |
| ,, ......... | Tres Lomas (al N) | 16 | 73,0 | 4,13 | 4,17 | 10,28 | 7,62 | 0,80 | 2,59 | 23,72 |
| Trenque Lauquen. | 30 de Agosto (al O) | 17 | 41,25 | 4,67 | 9,60 | 21,50 | 21,06 | 1,92 | 1,85 | 3,28 |
| ,, ,, | Corazzi (al E) | 18 | 14,66 | 2,61 | 8,54 | 20,13 | 34,62 | 19,44 | 1,80 | 0.23 |

suelos cuyos agregados mayores de 1 mm representan los dos tercios o más de su peso, son muy resistentes a la erosión eólica.

Los valores del peso específico aparente de la fracción B que integran la fórmula para calcular la erosión potencial fueron determinados con un instrumento denominado "golpeador automático", construído también en el Instituto de Suelos y Agrotecnia por los señores Kanemann y Piskulic (3). Es de interés hacer notar que hay fórmulas más precisas que la utilizada aquí para calcular la erosión potencial (6) que toman en cuenta otros factores importantes ligados a la manifestación de dicho fenómeno (rugosidad de la superficie, estabilidad de la costra superficial, cobertura vegetal, etc.).

Los datos del tamizado en seco expuestos en estas páginas son válidos exclusivamente para los suelos muestreados, es decir, que no es posible hacer extensiva su aplicación ni aun a campos vecinos por cuanto, aparte de las diferencias naturales que pueden acusar los suelos, los resultados que se obtienen en esta clase de análisis dependen fundamentalmente del tipo de manejo a que fueron sometidos aquéllos. Por ello, la aplicación de tales resultados debe limitarse al lugar de toma de la muestra [1].

BIBLIOGRAFÍA


(1) Chepil, W. S. y Bisal, F. 1943: *A rotary sieve method of determinning the size distribution of soil clods.* Soil Science: 56: 95-100.

(2) Chepil, W. S. 1950: *Properties of soil which influence wind erosion*: II. *Dry aggregate structure as an index of erodibility.* Soil Science. 71: 197-207.

(3) Chepil, W. S. 1950: *Methods of estimating apparent density of discrete soil grains and aggregates.* Soil Science. 70: 351-362.

(4) Chepil, W. S. 1952: *Improved rotary sieve for measuring state and stability of dry soil structure.* Soil Science Soc. Amer. Proc.: 16: 113-117.

(5) Chepil, W. S. 1958: *Soil conditions that influence wind erosion.* Tech. Bull. nº 1185. U.S.D.A.; 40 págs.

(6) Woodruff, N. y Chepil, W. S. 1959: *Estimations of wind erodibility of farm fields.* Production Research Report nº 25. Agricultural Research Service. U.S.D.A.; 21 págs.


[1] Los valores calculados resultan, en promedio, un 12 % más elevados que los obtenidos en el campo con el túnel portátil de viento.

## CONSIDERACIÓN DE LOS APORTES PRESENTADOS

*Estudio de la porosidad de los suelos mediante una nueva técnica*: J. F. Barbagallo.

Cambio de opiniones con L. Nijensohn y M. Tschapek.

*Contribución al conocimiento de los factores que influyen en la formación y estabilidad de los agregados.* L. A. Cerana, J. L. Langella y J. A. Berlanda.

Sin discusión.

*Relación entre el porcentaje de marchitamiento permanente y la textura. Suelos de Choele Choel.* L. A. Cerana, R. Manzi y A. Grüner.

Cambio de opiniones con M. Tschapek, M. Fuentes Godo y C. G. Bonfils.

*Dinámica de los médanos en la región pampeana semiárida.* A. J. Prego y F. J. Prohaska.

Solicitan aclaración sobre algunos puntos: J. Ipucha Aguerre, M. Fuentes Godo y J. R. Guiñazú.

*Determinación rápida de la humedad del suelo por presiometría de acetileno.* L. Nijensohn y H. Pilasi.

Cambio de opiniones con M. Tschapek y J. Giménez.

*Los lodos de perforación. Su alteración por efectos mecánicos sobre las bentonitas.* A. O. Bonamín.

En el debate intervienen M. Tschapek y L. Nijensohn.

## INFORME DE COMISIÓN

El 7 de setiembre a las 15 horas, se constituyó la Comisión de Física y Fisicoquímica de Suelos, integrada de la siguiente manera: Presidente, León Nijensohn; Secretario, José F. Barbagallo; este último se incorporó en carácter de tal por ausencia de Mario Amor Asunción.

El relator, Marcos Tschapek, reseñó en una amplia exposición el desarrollo y estado actual de los conocimientos sobre fenómenos físicos y fisicoquímicos del suelo.

De las contribuciones cuyos resúmenes se enviaron, no se comunicaron por ausencia de los autores las siguientes: "Estudios de la adsorción de productos de fisión con tierra de Ezeiza (prov. de Buenos Aires)", de L. Anghileri; "El empleo del tamizador rotatorio en el estudio de los suelos pampeanos", de L. A. Tallarico, A. C. Ferreiro y F. S. Stillo; "Acerca de la aplicabilidad de una fórmula en la determinación del límite líquido de un suelo", de S. J. Trevisan; y, por haber sido pasado a la Comisión de Química, el trabajo "Estudios de la agresividad del terreno de la Capital Federal", de N. P. Maccarone.

La Comisión estima oportuno destacar lo siguiente: 1) El corto número de trabajos presentados constituye un índice muy significativo del escaso desarrollo que tienen en nuestro país los estudios edafológicos, en lo que respecta a las especialidades de física y fisicoquímica del suelo.

2) Es necesario, en consecuencia, encarar investigaciones sobre aspectos fundamentales de este campo de la Ciencia del Suelo, especialmente vinculadas con:

*a*) Dinámica del agua en el suelo.

*b*) Adecuación, perfeccionamiento y creación de métodos, técnicas de estudio y criterio a seguir en la interpretación de los resultados obtenidos.

*c*) Fenómenos coloidequímicos en suelos argentinos; importancia teórica y práctica de los mismos.

Con un constante contacto y mediante la coordinación de esfuerzos entre todos los especialistas que trabajan en nuestro país, a juicio de la Comisión, no resultará difícil superar la deficiencia actual en la materia.

# SESIÓN DE LA COMISIÓN II. — QUÍMICA

*Presidente*: Luis A. Cerana
*Secretario*: Horacio López Domínguez

**DISERTACIÓN DEL RELATOR, LEÓN NIJENSOHN**

## Química del suelo

El panorama que presenta la química del suelo es demasiado amplio para poder ser abarcado en su integridad dentro del marco de una exposición verbal limitada por el prudente lapso asignado a los relatos de esta Reunión.

Por otra parte, la variedad y cantidad de trabajos que registra la investigación mundial en este campo, hace dificultosa, si no imposible, una labor de síntesis que no esté restringida a un problema particular dentro de la temática de la química del suelo.

Es por ello que este relato no tiene el carácter de revisión o estudio exhaustivo, sino que ha sido orientado dentro de las posibilidades del autor, a ofrecer una visión de conjunto y, dentro de ella, se han particularizado algunos puntos que por su índole revisten especial interés, sin que las omisiones cometidas deban interpretarse más que como necesarias concesiones al tiempo disponible.

El plan de exposición adoptado considera al suelo como un sistema polifásico: gaseoso-líquido-sólido y, dentro de este concepto, se mencionan para cada fase sus propiedades y dinámica químicas más salientes.

Aunque este tratamiento constituye una abstracción en cierto modo artificial, pues las relaciones interfásicas son tanto o más importantes que cada una de las fases por separado, se siguió el temperamento expuesto en consideración de que el relator de la Comisión I, de Física y Fisicoquímica, se ocuparía en especial de este segundo aspecto.

### QUÍMICA DE LA FASE GASEOSA

La fase gaseosa o "atmósfera", o "aire del suelo" es una parte integral del mismo e interviene activamente en muchos de sus procesos químicos y biológicos. Sus características físicas: volumen total, densidad, compresibilidad, conductibilidad térmica, calor específico, etc., aunque muy ligadas a fenómenos químicos, serán mencionados en el relato de la comisión correspondiente. Aquí nos limitaremos a esquematizar sus propiedades y dinámica químicas y químico-biológicas.

1. *Composición.*

Aunque variable, se asemeja en líneas generales a la del aire atmosférico. Las principales diferencias son: mayor proporción de vapor de agua (prácticamente saturada en condiciones de humedad edáfica por encima del punto de marchitamiento); mayor proporción de anhídrido carbónico (de 10 a 1.000 veces más) y ligeramente menor proporción de oxígeno. En promedio, la atmósfera del suelo en sus primeros 15 cm contiene 0,25 % en volumen, de anhídrido carbónico y 20,6 % de oxígeno, en lugar de 0,03 % y 20,96 % respectivamente, en el aire atmosférico.

2. *Causas de variación.*

La composición de la fase gaseosa del suelo varía en el espacio y en el tiempo como resultado de dos procesos distintos que tienden a anularse mutuamente. Por una parte las reacciones químicas y bioquímicas llevan hacia el aumento de la proporción de anhídrido carbónico y a la disminución de la del oxígeno; por otra, los procesos físicos de intercambio con la atmósfera externa llevan hacia el equilibrio con ésa. Todas las condiciones que favorecen una intensa actividad química y biológica (lluvia, riego, estercoladuras, abonos orgánicos) y/o restringen los procesos de intercambio gaseoso, contribuyen a acentuar las diferencias de composición entre el aire del suelo y el atmosférico.

En suelos anegados o de muy intensa actividad biológica anaeróbica pueden aparecer gases tales como metano, monóxido de carbono e hidrógeno sulfurado.

3. *Caracterización.*

La composición de la atmósfera del suelo se determina por los métodos analíticos corrientes aplicados a los análisis de gases. Entre otros procedimientos, la extracción de la muestra puede hacerse insertando en el suelo hasta la profundidad deseada un caño-filtro Pyrex y aspirando con una bomba a mercurio. Se ha criticado a este procedimiento el de que extrae sólo el aire de los macroporos, cuya composición puede diferir notablemente del contenido en los macroporos en directo contacto con las superficies activas de raíces y microorganismos. Un aparato especialmente diseñado para operar permanentemente en condiciones de campaña de modo de poder estudiar la variación de la composición de la fase gaseosa antes y después de tratamientos de irrigación, fue propuesto rceientemente por FINKEL y NIR, 1958.

Debe tomarse en cuenta, sin embargo, que no es suficiente el conocimiento de la composición de la fase gaseosa en un instante determinado a los fines de la interpretación con respecto a las condiciones de crecimiento de las plantas.

Más importante es la dinámica de esa composición, es decir, su variación en función del tiempo. Esta dinámica está relacionada con el ritmo de producción y eliminación de carbónico y del suministro de oxígeno. Este concepto es el que puede definirse con el término de *aereación del suelo.*

Entre los métodos *químicos* para apreciar las condiciones de aereación del suelo se han usado la determinación del hierro ferroso (LAWTON, 1955), la medición de los potenciales de oxido-reducción (MENKLE, 1955; LEMON y BRIKSON, 1955) y de los potenciales bioeléctricos (RUSSELL, 1952).

4. *Influencia de la composición de la Fase Gaseosa en los procesos edáficos.*

La disminución en la proporción de oxígeno trae las siguientes consecuencias dentro de la dinámica química del suelo:

*a*) Desplazamiento hacia el lado de la reducción de los procesos químicos y bioquímicos de oxido-reducción. Entre éstos podemos citar: acumulación de materia orgánica sin descomponer; producción de cationes ferroso y manganoso; denitrificación; etcétera. Estas condiciones se revelan frecuentemente en el examen directo del suelo por colores característicos.

*b*) Freno de los procesos microbiológicos de carácter aerobio; esto trae como consecuencia, entre otras, la posibilidad de deficiencias nitrogenadas, de fósforo y azufre y fenómenos de toxicidad por presencia de exceso de iones sulfuro, ferroso y manganoso.

*c*) Aumento en la proporción relativa de anhídrido carbónico. Éste pasa a la fase líquida e incrementa, por producción de iones hidrógeno, los procesos de edafización. En el caso de suelos salino-calcáreos la presencia de una mayor proporción de carbónico puede acelerar los procesos de recuperación de esos suelos. En suelos calcáreos también influye favorablemente sobre el ritmo de disponibilidad de fósforo.

*d*) La presencia de carbonato de calcio finamente subdividido "calcáreo activo", puede aumentar la proporción relativa de oxígeno. El mecanismo sería la combinación de carbónico con el carbonato de calcio para dar bicarbonato. Este fenómeno podría constituir una de las explicaciones de la clorosis calcárea por pasaje al estado trivalente del hierro y por aumento de la concentración de oxhidrilos (NIJENSOHN), que es un problema que nos preocupa en Cuyo.

La influencia directa del oxígeno en la nutrición vegetal es tema para la Comisión correspondiente: baste citar aquí que su tensión en la interfase raíz-suelo determina en gran medida la capacidad de absorción de agua y de nutrientes, el desarrollo radicular y la sensibilidad a ciertas enfermedades (BLACK, 1957).

## QUÍMICA DE LA FASE LÍQUIDA DEL SUELO

La fase líquida del suelo puede ser estudiada desde dos puntos de vista diferentes, aunque ligados en ciertos aspectos. Como *"agua del suelo"* interesan sus propiedades físicas relacionadas con la dinámica energética de su retención por el suelo y de su pasaje de éste a la planta. Como *"solución del suelo"* se consideran primordialmente sus características químicas y fisicoquímicas que desempeñan un importantísimo papel en los fenómenos de nutrición vegetal, procesos de maduración del suelo y en la determinación de condiciones ecológicas específicas (salinidad).

Es este segundo enfoque el que cabe dentro de los propósitos de este relato. Nos referiremos por separado a la química de la fase líquida de suelos normales y suelos salinos.

### Fase líquida de Suelos no Salinos

1. *Composición.*

La concentración de la solución edáfica oscila generalmente entre 500 a 2.000 p.p.m., incluyendo una proporción variable de sustancias orgánicas solubles. La presión osmótica correspondiente es de alrededor de 0,2 atmósferas, como más común, y hasta 1 atmósfera en ciertos casos. Los iones más corrientes son: $NO_3$, $CO_3H$, $SO_4$, $PO_4$, Ca, Mg, Na y K.

Hay diferencias ligadas a características genéticas; así, en suelos podsólicos la concentración de Ca y Mg es despreciable en superficie y aumenta correlativamente con la profundidad. En suelos pardos las máximas concentraciones se encuentran superficial y profundamente y las mínimas en los horizontes intermedios (Schoeller, 1958).

2. *Causas de variación.*

La composición química de la solución del suelo está sometida a la interacción de distintos factores que influyen en ella, los más importantes de los cuales son: contenido en agua, actividad microbiológica y desarrollo de la vegetación.

*a*) *Contenido en agua del suelo*: el porcentaje de agua en el suelo hace variar la composición cuanti y cualitativa de la solución edáfica por la acción de los siguientes mecanismos:

x) *Indirectamente*: a través de los fenómenos de óxido-reducción. Un aumento sensible en la humedad de suelos con pequeña proporción de macroporos trae aparejada una disminución de los espacios de aire, de modo que puede afectar al equilibrio de óxido-reducción del suelo, provocando un ambiente reductor con transformación de sulfatos y nitratos —en especial— en sulfuros y nitritos.

xx) Variaciones de concentración iónica provocadas por el humedecimiento o desecación del suelo, operan reajustes en el equilibrio entre la solución micelar, influída por los campos eléctricos de los coloides, y la intermicelar, donde los electrólitos están en paridad eléctrica. De este modo puede cambiarse la proporción, para cada especie de ion, entre los que se encuentran en la fase líquida libre del suelo y los que se hallan adsorbidos en el complejo coloidal.

La aplicación tanto de las ecuaciones de la Ley de Acción de Masas como las derivadas de la distribución Donnan a los fenómenos de intercambio iónico que ocurren en el suelo llevan a las siguientes conclusiones:

El incremento de concentración de electrólitos en la solución edáfica, intermicelar (disminución de la humedad del suelo), trae aparejado un aumento en la proporción de cationes monovalentes adsorbidos, es decir, que éstos enriquecen la solución micelar, influída por el campo eléctrico de los coloides y que constituye la así llamada "doble capa".

Y viceversa: una disminución en la concentración de la solución edáfica (aumento de la humedad del suelo), favorece la adsorción de los cationes divalentes y el pasaje a la solución libre, intermicelar, de los monovalentes.

Esto implica la consecuencia de que cuando aumenta la humedad del suelo, y se diluye por lo tanto la solución edáfica, ésta se enriquece proporcionalmente con sodio con respecto a calcio y magnesio, es decir, disminuye la relación Ca + Mg/Na.

Este fenómeno de la dinámica química de la solución edáfica en su interacción con los coloides negativos del suelo, puede tener importancia agrológica en los siguientes casos (Nijensohn).

1°) En ciertos suelos salinos y alcalinos: explicaría uno de los efectos nocivos que traen aparejadas las lluvias para los cultivos, conocido empíricamente como "ardido" o "quemado". El agua de lluvia, libre de electrolíticos, diluye la solución del suelo provocando un ingreso de calcio en la capa iónica de la fase sólida y un egreso de sodio desde ésta a la solución intermicelar. De esta manera la fase líquida se enriquece relativamente con un catión que ya se encuentra en los límites de la toxicidad.

Además, y en suelos donde el ion bicarbónico está en discreta proporción, el reemplazo de calcio por sodio en la solución edáfica provoca un aumento en el pH que puede tener importantes efectos indirectos a través de la influencia en la disponibilidad de elementos tales como hierro y manganeso. Efectos de esa naturaleza están siendo estudiados en nuestro Instituto, en relación a clorosis de vides y frutales

de regadío, que aparecen transitoriamente después de lluvias ocasionales.

2º) La dilución de la solución edáfica puede provocar también por el mismo mecanismo que para el sodio, el pasaje de potasio del estado adsorbido a la solución intermicelar, favoreciendo la alimentación potásica de las plantas en suelos con marcada deficiencia. Efecto favorable de riegos oportunos en la concentración azucarina de uvas pueden estar vinculados con este mecanismo.

3º) Sales poco solubles pueden aumentar su concentración en la solución del factor de actividad (Debye y Hückel) por el incremento de la fuerza iónica de la solución y el consiguiente aumento en la molaridad de la sal necesaria para mantener constante su masa activa. Este mecanismo puede tener importancia en la dinámica de la absorción de elementos tales como el fósforo.

4º) Por otra parte, y por la acción de los fenómenos de la adsorción negativa de aniones por los coloides arcillo-húmicos, una dilución de la solución edáfica puede favorecer la "expulsión" de silicatos, fosfatos, sulfatos, cloruros, etc., de la zona del enjambre iónico micelar a la solución externa.

*b*) *Actividad microbiológica*: Los microorganismos influyen en la composición química de la fase líquida del suelo en distintos aspectos, en cierto modo opuestos entre sí:

*a*) Provocan la disminución temporaria de ciertos elementos tales como nitrógeno nítrico, fósforo y potasio solubles, necesarios para su propio metabolismo. Esta circunstancia puede agravarse, con respecto al nitrógeno, con la presencia en el suelo de materia orgánica de alta relación carbono/nitrógeno.

*b*) A través de su intervención en los procesos de mineralización gradual contribuyen a mantener al estado soluble, en la fase líquida del suelo, determinado nivel de nitratos, fosfatos y sulfatos. Experiencias en suelos con actividad microbiológica paralizada experimentalmente, así lo comprueban.

Un correcto manejo del suelo debe procurar que de estos aspectos contradictorios predomine el segundo.

*c*) *Desarrollo de la vegetación*: Los trabajos clásicos de Burd y Martín demuestran la disminución de concentración que se opera en casi todos los iones —salvo bicarbónico— al final de cada período vegetativo.

3. *Composición química de la Solución del Suelo y su relación con la nutrición vegetal.*

El desarrollo de la teoría de intercambio de contacto, iniciado por Jenny y Overstreet, aplicada a la absorción catiónica de las raíces, arrojó considerables dudas sobre la importancia de la composición química de la solución del suelo en este aspecto, tal, por lo menos, como la visualizaron Cameron y Whitney a través de su "soil solution theory". Sin embargo, trabajos recientes como el de Lagerwerff comprueban experimentalmente que la planta es incapaz de discernir entre cationes adsorbidos o en solución, siempre que el potencial electroquímico de ambos sea igual. Es decir, que en condiciones de equilibrio, el *ambiente iónico de la raíz está plenamente caracterizado por la composición iónica de la solución del suelo.*

En este aspecto es interesante consignar las conclusiones experimentales de Blanchet, quien afirma que la velocidad de absorción está ligada estrechamente con la concentración y que para asegurar el crecimiento máximo en períodos de necesidades intensas la solución del suelo debería mantener una concentración ininterrumpida de 35 p.p.m. de nitrógeno nítrico; 1 a 2 p.p.m. de fósforo y 30 p.p.m. de K.

## Fase líquida de Suelos Salinos

La composición química de la solución edáfica de estos suelos presenta características de interés relacionadas con: concentraciones anormales de iones totales y/o presencia de determinados elementos o compuestos de acción desfavorable directa —toxicidad específica— o indirecta: inducción de malas cualidades físicas.

1. *Metodología de extracción.*

Los extractos acuosos de relaciones amplias, antes tan usados, tienen aplicación limitada al conocimiento de las sales totales y en especial en presencia de poco solubles —como yeso—, pero son incapaces de proporcionar una imagen fiel de la real composición de la solución edáfica en condiciones naturales. Los desplazamientos de equilibrios que tienen lugar con la dilución modifican las relaciones iónicas en forma difícilmente previsible. Sólo la facilidad de su ejecución las hace recomendables en ciertos casos y en forma complementaria a otro tipo de determinaciones.

Los métodos que emplean líquidos desplazantes, agua, alcohol, vaselina líquida, etc., son actualmente de restringida difusión. Los procedimientos más adecuados parecen ser los que utilizan cámaras de presión de aire con separación al medio externo de placas de porcelana porosa o de celofán, pues permiten la extracción del suelo a diferentes contenidos de humedad y a presiones relacionadas con uno de los componentes (tensión) de los valores de energía libre del agua en el suelo. Sin embargo, aun con estos últimos métodos, siempre debe considerarse la posibilidad de cambios en la composición química de la solución desplazada: el fósforo es retenido, por ejemplo, por las membranas filtrantes usadas.

En el diagnóstico rápido de las condiciones de salinidad de la fase líquida del suelo, es con el análisis del extracto a saturación con el que se obtiene más fácilmente una idea suficientemente adecuada a los fines prácticos generales. (U. S. Salinity Laboratory Staff). *Su actividad iónica total,* expresada a través de los valores de *conductividad eléctrica,* constituye la base de las clasificaciones agrológicas más recientes para esos suelos.

2. *Composición química.*

De los iones presentes en suelos normales, en los salinos se encuentran generalmente en cantidades incrementadas los siguientes: Cl, $SO_4$, Ca, Mg y Na y, en ciertos casos, también bicarbonatos y silicatos. Entre los que se encuentran en proporciones ínfimas en la solución edáfica de suelos normales pero que pueden constituir problemas específicos de toxicidad en suelos salinos, el más importante es el *boro* y, a veces, el *litio.*

Concentraciones de iones totales en extractos a saturación que determinan conductancias de 2.000 micromhos/cm a 25°, a las que corresponden aproximadamente una presión osmótica de 0,7 atmósferas y una concentración iónica de 20 m.e./l., constituyen el umbral por encima del cual comienzan a manifestarse las características de comportamiento agrícola propias de suelos salinos. Estos valores pueden llegar en condiciones reales a ser diez y más veces los citados.

En cuanto a aquellos elementos que tienen una acción tóxica específica, basta citar el caso del boro, el que por encima de una proporción de 1,5 p.p.m. en el extracto a saturación determina problemas en cultivos medianamente sensibles.

3. *Relaciones entre composición química de la fase líquida y el estado de saturación sódica del complejo coloidal.*

El porcentaje de sodio intercambiable es el valor crítico para la distinción entre suelos simplemente salinos y aquellos salino-alcalinos. Las dificultades, aún no superadas en la práctica, de la determinación directa de ese valor para ciertos tipos de estos suelos, han inducido a tratar de establecer relaciones basadas en las ecuaciones de equilibrio para iones libres y adsorbidos, desarrolladas por diferentes autores (GAPON, MATTSON y WICKLANDER, DAVIS, SCOFIELD, etc.).

La más usada en la actualidad ha sido estudiada en Riverside, y es de naturaleza semiempírica, aunque se fundamenta en la proporcionalidad de la actividad iónica con la raíz de su valencia.

En esta fórmula el porcentaje de sodio intercambiable (PSI) está relacionado con el sodio, calcio y magnesio determinados en la fase líquida, a través de las concentraciones del extracto a saturación y calculadas en una expresión denominada relación adsorción de sodio (RAS):

$$PSI = \frac{100\ (-0{,}0126 + 0{,}01475\ \mathrm{RAS})}{1 + (-0{,}0126 + 0{,}01475\ \mathrm{RAS})}$$

Donde: $$RAS = \frac{\mathrm{Na}}{\sqrt{\frac{\mathrm{Ca} + \mathrm{Mg}}{2}}}\ \mathrm{m.e.}$$

En suelos yesosos como la mayoría de los salinos argentinos de la región cuyana, la validez de esta ecuación es cuestionable y debe estudiarse la influencia del cambio de la *RAS* por precipitación de calcio de sulfatos a medida que se concentra la solución del suelo.

## QUÍMICA DE LA FASE SÓLIDA

Comprendemos dentro de la fase sólida del suelo a todas aquellas sustancias cuya mayor proporción cuantitativa —si no cualitativa— se encuentra al estado sólido, sin perjuicio que en determinadas etapas de sus transformaciones integren las fases líquida y/o gaseosa.

Consideraremos por separado las fracciones orgánica e inorgánica, aunque esta división es relativamente arbitraria y a los solos fines de sistematización de la exposición, dado que en una gran proporción de los suelos los compuestos activos orgánicos e inorgánicos están unidos formando complejos imposible de separar sin alterar su naturaleza misma y su dinámica funcional.

Elementos químicos de importancia agronómica fundamental, como el nitrógeno y el fósforo, entre otros, se encuentran formando parte de ambas fracciones.

## I. Fase sólida inorgánica

Durante largas décadas el esfuerzo de los químicos del suelo estuvo concentrado en la labor analítica: se buscaba en el conocimiento de la composición elemental de los materiales madres y de los suelos de ellos derivados la explicación de las diferencias observadas, ya sea en cuanto a las propiedades intrínsecas o a las relacionadas con el desarrollo vegetal.

Siendo el silicio, el oxígeno, el hierro y el aluminio los elementos cuantitativamente más importantes en la constitución de los suelos, se asimiló su química a la de los ferroaluminosilicatos. En las sucesivas etapas constituídas por el análisis de fusión, extractos ácidos diversos, hasta llegar a la extracción clorhídrica de Hissink-Van Bemmelen —adoptada internacionalmente— se buscó la caracterización de los suelos considerándolos, en su fase mineral, como una mezcla de silicatos complejos.

Salvo avances relacionados con la aclaración de algunos procesos pedogenéticos, muy poco es lo que se consiguió dentro de esta orientación en el conocimiento íntimo de la naturaleza del suelo, comparado con el enorme esfuerzo invertido en la ejecución de innumerables análisis de difícil, si no imposible interpretación.

Dentro del campo contemporáneo de la química del suelo y con salvedad de la posición muy personal del eminente edafólogo indio A. N. Puri, quien simplifica el concepto de suelo para asimilarlo en su integridad a un acidoide del tipo de los ferroaluminosilicatos, cuyo estudio hace con criterio moderno, pero puramente químico, otros son los puntos de vista y los métodos de trabajo que predominan.

La incorporación de metodología a base del empleo de rayos X, análisis térmico diferencial, dilución isotópica, etc., ha hecho posible la reorientación de los estudios de la química del suelo hacia el conocimiento de la estructura espacial de su fase inorgánica —y recientemente también orgánica— y al estudio de las propiedades fisicoquímicas con ella ligadas.

Es así que mientras por una parte va creciendo la profundidad y la complejidad de los aspectos investigados y el de los problemas por resolver, por otra se van acumulando principios básicos que ayudan a formular interpretaciones generales.

La demostración de la existencia de una unidad fundamental —el tetraedro de $SiO_4$— como elemento común de la arquitectura de todos los edificios de los minerales silicatados, y la del aluminio en coordinación octaédrica, para formar la unidad "gibbsita" $AlO_6$, en los de naturaleza laminar, abrió el camino para el conocimiento íntimo de las arcillas de los suelos y aclara y simplifica la comprensión de los caminos generales de su formación, en la edafogénesis, a partir de los minerales primarios.

Problemas tales como la "fijación" (insolubilización o irreversibilidad en la capacidad de reemplazo) de cationes como potasio y amonio, encuentran también hipótesis básica para su estudio en el conocimiento de los retículos cristalinos de los coloides minerales del suelo.

Los reemplazos isomórficos del silicio por aluminio en las unidades tetraédricas y de aluminio por hierro y magnesio en las octaédricas, permitieron relacionar fenómenos químicos de descomposición y alteración con distorsión física de los edificios cristalinos. Los desequilibrios eléctricos provocados por estas sustituciones hicieron innecesarias aventuradas hipótesis y explicaron en forma clara y satisfactoria el origen de las cargas eléctricas negativas que convierten a las arcillas en gigantescos aniones.

Las valencias insatisfechas existentes en las aristas y vértices de las micelas cristalinas explicaron también, a través de la disociación de los oxhidrilos a ellas ligados, la influencia del pH en la densidad de carga superficial y las diferencias observadas según la naturaleza del mineral arcillítico.

Todo ello dio un cuadro coherente a la química coloidal del suelo que permitió encarar sobre bases lógicas el estudio de problemas tales como fijación, sorción y desorción, que están hoy en pleno desarrollo.

Planteada esta necesaria introducción, cuya profundización en ciertos aspectos específicos compete a los relatos de las Comisiones de Mineralogía y de Física y Fisicoquímica, y ya que es materialmente imposible cubrir en el espacio y tiempo disponible el campo todo de la química mineral del suelo, tocaremos dentro de ella y esquemáticamente, sólo el caso del fósforo. Y esto, por doble motivo: primeramente, porque gracias a su complejidad puede servir a guisa de ejemplo de la problemática y metodología general de la química actual del suelo y, además, porque constituye en nuestro país y en relación a la agricultura, un "elemento-problema" de actual y potencial creciente importancia.

## Química del Fósforo en el Suelo

### 1. *Formas y cantidades del fósforo nativo.*

Mientras en la litosfera la proporción de $P_2O_5$ ha sido fijada en 2,8 ‰ como promedio (Clarck), se encuentra considerable variación, pero generalmente por debajo de esa cifra, en los datos citados por la literatura edafológica correspondiente a los suelos del mundo.

Numerosos datos se encuentran en la obra clásica de Lavenir, *Contribución al Estudio de los Suelos de la República Argentina*, para tierras de las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe, Corrientes, Entre Ríos, Mendoza, San Luis, Santiago del Estero, Tucumán, Misiones, Formosa, Chaco, Neuquén, La Pampa, Chubut y Santa Cruz.

Zaffanella aportó cifras para tierras de la región pampeana, que oscilan entre un mínimo de 0,8 ‰ a un máximo de 3,2 ‰, estando el 99 % de las muestras estudiadas por debajo de 2 ‰.

Nijensohn y Pizarro y Nijensohn y De Sanctis, para tierras de Mendoza y San Juan encuentran mínimos de 1,2 ‰ y máximos de 6,6 ‰, estando los valores promedio alrededor de 2 ‰.

En los últimos años y salvo casos especiales donde el contenido total de fósforo está estrechamente ligado a las condiciones de provisión para la planta de este elemento —ciertos suelos tropicales africanos, por ejemplo—, poca importancia se concede a esta determinación, si no es para fines de estudios pedológicos puros.

En suelos ácidos el fósforo se encuentra formando combinaciones con hierro y aluminio, mientras que en aquellos de reacción alcalina o en calcáreos predominan las sales cálcicas y otros compuestos químico-físicos con carbonato de calcio.

Del pH del medio depende la predominancia relativa de las tres formas posibles del ion ortofosfórico: tres, dos y una valencia negativa sustituíble. En la gama de pH en el que se encuentran la gran mayoría de los suelos agrícolas del mundo, de 4 a 8,5, predominan los radicales fosfóricos di y monohidrogenados y entre pH 4 a 6,71 el anión monovalente más que el divalente (Bueherer).

En verdad, cada ion fosfórico pasa continuamente de una forma a otra, sin periodicidad regular, siendo la duración media estadística de la una y la otra la misma para todos los iones fosfóricos de un mismo conjunto, pero variando ésta en cada circunstancia según el pH (Barbier). Por eso nos referiremos en forma genérica al ion ortofosfórico.

Además de los compuestos puramente químicos con los cationes mencionados y con otros de comportamiento similar, el fósforo se encuentra sorbido en los complejos coloidales, parte en forma desplazable o intercambiable, y parte en forma fija, integrando en este último caso, la estructura cristalina de los minerales de arcilla.

En los últimos veinte años se ha propuesto una cantidad apreciable de métodos para diferenciar analíticamente estas diferentes formas en que el fósforo se presenta en los suelos (Rubin y Dean, Piper, Bray and Kuz, Williams, etc.), los que esencialmente están basados en el empleo de soluciones alcalinas —para extraer los fosfatos de hierro y aluminio— de ácidos débiles para disolver las sales de calcio y aniones como *fluoruro* u *oxhidrilo* para desplazar el $PO_4$ adsorbido en las arcillas.

### 2. *Transformaciones químicas del fósforo soluble agregado al suelo.*

La mayor parte del fósforo soluble que se agrega al suelo a través de los fertilizantes fosfatados, no permanece en forma iónica en la solución edáfica, sino que pasa, más o menos rápidamente, a formas no solubles, algunas de ellas, incluso, inatacables por los ácidos débiles empleados en los procedimientos de determinación del llamado "asimilable" o "disponible" para las plantas.

Éste es el proceso que antes se conocía por "retrogradación" y que en realidad es un fenómeno com-

plejo que reconoce varias causas, algunas de ellas insuficientemente aclaradas todavía.

Éste constituye uno de los campos de trabajo más activos en la química del suelo de nuestros días; desde 1947 a 1958 se han publicado más de 200 investigaciones relacionadas con este tema (Bibliografías Nos. 3 y 147 del Commonwealth Bureau of Soils).

1. *Reacciones de importancia de precipitación.* Los iones responsables de la precipitación de los fosfatos solubles son: aluminio, hierro y calcio —preponderantemente— y magnesio, manganeso y titanio en forma complementaria y en ciertos casos especiales.

*a*) *Aluminio*: La concentración iónica de aluminio en la solución del suelo depende de la presencia en la fase sólida del mismo, de aluminosilicatos —del tipo de la caolinita— y de sesquióxidos libres, como la gibbsita. Está a su vez determinada en su valor por la concentración hidroxílica del medio. En la reacción de disociación de la gibbsita, por ejemplo,



$$Al\,(OH)_3 \rightleftarrows Al + 3\,(OH)$$

el valor del producto de solubilidad es igual al producto de la concentración del ion aluminio por la potencia cúbica de los oxhidrilos.

$$\boxed{K_{ps} = (Al) \cdot (OH)_3} = 1{,}9 \cdot 10^{-33}$$

Por lo tanto, si a PH 4 la concentración molar de ion aluminio es de un máximo de $1{,}9.10^{-3}$, será mil veces menor: $1{,}9.10^{-6}$ a pH 5 y un millón de veces más pequeña a pH 6: $1{,}9.10^{-9}$.

Siguiendo a Kardos, podemos hacer el siguiente cálculo: si se agregan 200 kg de anhídrido fosfórico soluble por hectárea —fertilización muy elevada— y si se considera a éstos distribuídos en una capa de tierra de 2.000.000 de kilos, los que a su vez contendrían el 20 % de humedad, podemos concluir que de disolver uniformemente el $P_2O_5$ podría alcanzar una concentración 0,007 molar.

Suponiendo que el fosfato forme con el aluminio un compuesto del tipo de la variscita —$PO_4H_2.Al\,(OH)_2$— cuyo producto de solubilidad es de $2{,}8.10^{-29}$, se puede calcular en cuánto esta concentración teórica de 0,007 molar excedería a la concentración de equilibrio a pH 4, reacción para la cual el aluminio se mantendría, con un exceso de la fase sólida, en $1{,}9.10^{-3}$.

Así, la concentración del ion ortofosfórico dihidrogenado sería igual al producto de solubilidad de la variscita dividido la concentración del ion aluminio por el cuadrado de la concentración hidroxílica.

$$K_{ps} = PO_4H_2 \cdot Al(OH)_2 = (PO_4H_2)\ (Al)\ (OH)_2 = $$
$$= 2{,}8 \cdot 10^{-29}$$

o sea que

$$(PO_4H_2) = \frac{2{,}8 \cdot 10^{-29}}{(1{,}9 \cdot 10^{-3})\ (10^{-10})^2} = 1{,}5 \cdot 10^{-6}$$

O sea, que de la concentración posible de iones fosfóricos de $7.10^{-3}M$, quedarán realmente en solución $1{,}5.10^{-6}M$, una reducción del 99,98 %.

Cuando no hay en la fase sólida óxidos de aluminio libres, la concentración iónica alumínica será mantenida en la fase líquida por la presencia de aluminosilicatos como la caolinita. No hay muchos y seguros datos sobre las constantes del producto de solubilidad de estos minerales; las dificultades experimentales son grandes por la interacción de reacciones de adsorción a medida que se liberan iones aluminio. Magistad encontró que la curva general de la solubilidad de aluminio sigue en el suelo y a diferentes pH, la del sulfato de aluminio para los mismos pH.

*b*) *Hierro*: Los razonamiento expuestos para el aluminio se aplican igualmente para el hierro. En este catión es aún más marcada la influencia de la concentración de oxhidrilos puesto que el producto de solubilidad para el hidróxido férrico: $(Fe)\,(OH)^3$ es igual a $6.10^{-38}$, considerablemente menor que para la gibbsita.

*c*) *Calcio*: La concentración del ion Ca y el pH son los factores más importantes que controlan la precipitación del fosfato de calcio. El primero, por la acción del ion común y el segundo, determinando cuál de los tipos de anión ortofosfórico es el que predominará.

El producto de solubilidad del fosfato dicálcico —$PO_4H.Ca.2H_2O$— es igual a $2{,}8.10^{-7}$; este compuesto es termodinámicamente inestable en presencia de una fase de carbonato de calcio y cambia lentamente a carbonato-apatita con un producto de solubilidad considerablemente más bajo. Por hidrólisis, en cambio, pasa a hidroxiapatita: $(PO_4)_6\,(OH)_2\,Ca_{10}$, compuesto que tiene un producto de solubilidad aún inferior: $1{,}53.10^{-112}$.

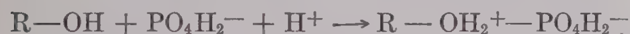
La mayor parte de los investigadores coinciden en que la mínima solubilidad de los fosfatos de calcio ocurre entre los pH 7 y 8.

Debajo de 7 disminuye la concentración del anión $PO_4H$ para aumentar la proporción del $PO_4H_2$ más soluble. Por encima de pH 8, a su vez, y por presencia del anión carbonato $CO_3$, disminuye la solubilidad del carbonato de calcio y por consiguiente el calcio iónico.

Especial interés merecería el estudio de lo que ocurre en presencia de iones calcio provenientes de otras fuentes cuya solubilidad no se ve afectada sensiblemente por pH: sulfato de calcio, por ejemplo, presente casi siempre en suelos de Mendoza y San Juan.

2. *Reacciones de adsorción.* Verdaderos mecanismos de adsorción, similares aunque de signo contrario a la catiónica, ocurren en condiciones determinadas con respecto a aniones como $PO_4H_2$, $AsO_4H_2$ y $SO_4$.

Estos fenómenos ocurren especialmente a pH bajos, donde los grupos básicos de los coloides se activan por aceptación de protones (Toth): Esta reacción puede esquematizarse:



$$R—OH + PO_4H_2^- + H^+ \longrightarrow R — OH_2^+—PO_4H_2^-$$

Los iones fosfatos adsorbidos de esa manera funcionan como contraiones y son intercambiables de la misma manera que los cationes.

Los oxhidrilos que intervienen en estas reacciones de adsorción, provienen en el suelo de las valencias rotas de las aristas y vértices de los minerales arcillíticos y de los coloides de hidróxidos. Esto explica por qué la adsorción aniónica de la del tipo del fósforo es relativamente más importante en suelos con coloides caoliníticos, que en los con coloides montmorilloníticos, y en suelos en general (presencia de sesquióxidos) que en arcillas puras.

En realidad, los valores pH necesarios para que los coloides del suelo adquieran suficiente carga positiva para provocar la adsorción aniónica son demasiado bajos para que estos fenómenos ocurran comúnmente y, aunque en un grado limitado tienen lugar, hay otras reacciones entre los iones fosfatos y los coloides de mayor importancia cuantitativa, como son las que veremos a continuación.

3. *Fijación por reemplazo isomórfico.* Éste es un mecanismo por el cual los iones fosfóricos pueden ser fijados por ingreso directo de los mismos al edificio cristalino de las arcillas, del cual llegan a ser parte integral.

Se han podido probar varios tipos de reemplazo isomórfico de aniones fosfóricos:

*a*) *Fosfato por oxhidrilo*: A pesar de que el $PO_4H_2$ no tiene el mismo tamaño iónico que el OH, caso que ocurre por ejemplo con el anión fluoruro Fl, puede sin embargo desplazarlo parcialmente y ocupar su lugar en el retículo cristalino (Soat, Kelley y Midgle).

Es interesante que esta sustitución puede tener lugar a pH más elevado que los requeridos para las reacciones de adsorción y, por lo tanto, tiene más probabilidades de ocurrir en muchos suelos.

*b*) *Fosfato por sílice*: El anión $PO_4$ es de similar tamaño al del tetraedro $SiO_4$ y puede, en ciertas condiciones, reemplazarlo o, lo que es más frecuente, extender el retículo por adosamiento en las aristas de la capa de sílice (Hendricks).

Toth encontró en suspensiones de arcilla, donde se produjo fijación de fósforo, aumento en la proporción de sílice en el líquido sobrenadante. Esto demuestra el desplazamiento del silicio por el fósforo.

En otra experiencia similar debida a Low y Black, se provocó liberación de $SiO_2$ de caolinita en proporción directa con el tiempo de contacto de la misma con solución de fosfatos.

3. *Empleo del radio-fósforo para la determinación del fósforo activo y de su potencial químico.*

Aunque no está dentro de los fines de este relato el considerar los métodos de análisis en relación a la proporción de elementos químicos del suelo que se encuentran en estado disponible para las plantas, es imprescindible, para completar el cuadro de la química de este elemento en el suelo, hacer referencia a modernos métodos de investigación que están contribuyendo a aclarar algunos problemas de interés fundamental, como ser: el grado y velocidad de reemplacibilidad del fósforo considerado como "fijado". Al respecto haremos las siguientes consideraciones previas:

*a*) Dejando de un lado las subdivisiones efectuadas anteriormente sobre los diversos estados de combinación química y física en que puede encontrarse el fósforo en el suelo, podemos visualizar al conjunto de iones $PO_4$ como integrando uno de los dos siguientes grupos: aquel sujeto a la agitación termodinámica y el realmente inmóvil.

b) Los iones del primer grupo poseen una cierta aptitud de expanderse o, como también se la ha llamado (Barbier), "tendencia a escapar" que es mayor o menor según la energía de unión a los compuestos a los que pertenece y su concentración. Esta tendencia de escape o difusión es lo que se caracteriza en cada caso particular con la magnitud energética denominada "potencial electroquímico" que es la resultante de la suma algebraica de la acción eléctrica de la fase sólida sobre los iones $PO_4$ y de la presión parcial de éstos, o potencial químico.

c) En todo sistema en equilibrio el potencial electroquímico debe ser igual en todos sus puntos; si el equilibrio se rompe ya sea por disminución de potencial debido, por ejemplo, a la absorción por raíces de $PO_4$, o por aumento debido a la disolución de una partícula de fertilizantes fosfatados, todo el conjunto reacciona para restablecer la uniformidad del potencial.

d) La *cantidad* de iones $PO_4$ que pueden participar en el restablecimiento del equilibrio es el conjunto de los llamados "activos", independientemente del tipo de combinación en que se encuentre; la *velocidad* con que se restablece el equilibrio está, eso sí, en relación al grado de movilidad de los mismos, el que depende de su actividad o potencial químico.

Poder determinar ambos valores es de extraordinario interés en la caracterización de un suelo.

1) *Cantidad de iones $PO_4$ activos determinados por dilución isotópica*: *a*) Si a un suelo, en suspensión en agua, se le agrega una solución con determinada cantidad molar de iones $PO_4$ — *Pr* que contengan una cierta proporción de $P^{32}$ (isótopo radioactivo) de modo que el conjunto agregado tenga una radioactividad total *"R"*, comenzará inmediatamente un movimiento de iones que tiende al equilibrio estadístico de potencial electroquímico en todos los puntos del sistema.

b) En este movimiento intervienen los $PO_4$ agregados — *Pr* y todos los iones $PO_4$ preexistentes en el suelo y capaces de movilidad *Pa,* o fosfatos activos, cuya cantidad es la que se quiere determinar.

c) Al cabo de un tiempo suficiente se alcanza el equilibrio, el que se manifiesta por la invariabilidad, en función del tiempo, de la radioactividad de la solución decantada.

En este estado de equilibrio la radioactividad específica —es decir la relación entre radioactividad y masa iónica— es uniforme para todo el sistema que comprende los iones $PO_4$ afectados por la agitación termodinámica.

Esto se puede expresar por la siguiente fórmula:

$$\frac{r}{p} = \frac{R}{Pa + Pr}$$

donde *r* es la radioactividad y *p* la concentración molar en cualquier aliocuota de la solución en equilibrio.

De esa ecuación puede calcularse *Pa,* que es la incógnita buscada, ya que se conoce inicialmente *R* y *Pr* y se determina luego físicamente la radioactividad *r* y la concentración *p* por análisis químico.

La *relación r/R* será tanto más pequeña, *dilución isotópica,* cuando mayor sea la proporción de iones $PO_4$ activos, difusibles o móviles.

2) *Velocidad de la dilución isotópica y su relación con el potencial de los iones $PO_4$ del suelo*: Si en un sistema de ordenadas se representa la curva de los sucesivos equilibrios isotópicos parciales en los tiempos $t_1$, $t_2$, ... etc., donde el valor final corresponde a *Pa* cuya determinación se expuso en el parágrafo anterior, esta curva indicará la capacidad del suelo para suministrar nuevos iones $PO_4$ a la solución del mismo a medida que ellos son extraídos por las raíces de las plantas, es decir, la capacidad de renovación de fósforo.

Los tiempos elegidos son arbitrarios y está en pleno desarrollo el estudio de la correlatividad de los valores de fósforo isotópicamente intercambiable en diferentes tiempos con necesidades y características de cultivo.

Así Blanchet, para un suelo limoso, estableció que la cantidad de fósforo difusible en 15′, corresponde al P absorbible por plántulas durante su germinación. Períodos de 24 horas (Barbier) y 60 horas (Olsen) han sido usados para determinar el llamado "fósforo de superficie".

## II. Fase sólida orgánica

Pocos aspectos de la ciencia del suelo han sido tema de tantos trabajos como el de su materia orgá-

nica. Su origen, procesos de formación, composición, análisis, nomenclatura, dinámica, papel en la nutrición vegetal, etc., son aún, a pesar de la voluminosa literatura experimental acumulada, motivos de controversia y resulta difícil establecer una visión articulada y sintética del problema.

En los últimos años, sin embargo, las importantes contribuciones de la escuela inglesa que en Rothamsted dirige BREMER, de la alemana con FLAIG y SAALBACH y de la rusa con KONONOVA, han hecho posible un conocimiento más íntimo de las estructuras químicas involucradas y de su papel en los fenómenos fisicoquímicos y biológicos que tienen lugar en los suelos. Digno de especial mención es también el aporte de los métodos micropedológicos desarrollados por KUBIENA en la distinción de tipos genéticos de humus.

1. *Nomenclatura y criterios de clasificación.*

Con el nombre de *materia orgánica* se engloba toda "la serie completa de productos que van desde los tejidos vegetales y animales no descompuestos, pasando por productos efímeros de descomposición, hasta el material castaño o negro, sin vestigios de la estructura anatómica de las sustancias vegetales de las que deriva" (RUSSELL y RUSSELL, 1954); el término *humus* estaría reservado "al material orgánico de color obscuro, finamente subdividido y que sufrió esa transformación dentro del mismo suelo y que, en su forma cruda, incluye otras sustancias no fácilmente separables de él" (FRASER, 1955). Los esquemas de fraccionamiento con álcali y ácidos permiten la diferenciación de los siguientes términos que se encuentran en la literatura pertinente: *Humina*: materias húmicas no solubles en álcali; *Ácido fúlvico*: las solubles en álcali y no reprecipitables por ácido; *Ácido húmico o alfa-humus*: las solubles en medio alcalino y reprecipitables por ácido; *Ácido hematomelánico*: a la fracción soluble en alcohol del ácido húmico y *beta-humus*: a las sustancias que precipitan llevando la solución del ácido fúlvico a pH de 4,6.

Bajo la influencia de WAKSMAN, quien encaró el estudio de la materia orgánica del suelo en su totalidad, fraccionándola a través de extracciones sucesivas con éter, agua fría, alcohol, agua caliente, ácido mineral débil y fuerte, en grandes grupos de constituyentes orgánicos, la nomenclatura antes citada había quedado relativamente en desuso. Pero en los últimos años y como consecuencia de las limitaciones conceptuales que surgieron del esquema propuesto por WAKSMAN con respecto a las sustancias húmicas propiamente dichas, vuelve a emplearse insistentemente en trabajos europeos la terminología original.

La sustitución del hidróxido sódico por sales neutras de ácidos que forman compuestos del tipo quelatos con los cationes metálicos (por ej. pirofosfato de sodio), permitieron evitar en cierto grado las transformaciones de hidrólisis y, aunque con diferencias en el rendimiento cuantitativo, probaron la validez y la conveniencia del fraccionamiento y nomenclatura primitivas. Aunque cada grupo no representa sustancias químicamente definidas, serían macromoléculas o polímeros complejos de comportamiento fisicoquímico similar.

Para diferenciar materia orgánica no humificada de la humificada, como paso previo a su posterior fraccionamiento, los investigadores alemanes de la escuela de SPRINGER utilizan el ataque con bromuro de acetilo o con mezcla de ácido sulfúrico — anhídrido acético para disolver selectivamente a la materia no transformada. Este mismo autor subdividió a los ácidos húmicos en *pardos*: poco sensibles a la acción floculante de los electrólitos y *grises*: de comportamiento contrario. Los primeros corresponderían a los denominados primitivamente por el pionero de la química del humus —SPRENGEL— como *humus ácido* y los segundos al *humus dulce*, característicos, respectivamente, de suelos podsólicos y de tierras negras y de praderas.

Ya más en función de su cinética con respecto a las plantas, SCHEFFER, SCHMALFUSS, y otros autores alemanes distinguen entre el *humus de reserva* —constituído por restos vegetales y animales sin descomponer el *humus estable*— de lenta transformación en el suelo y que corresponde aproximadamente a la fracción insoluble en bromuro de acetilo y el *humus nutritivo*, de fácil descomponibilidad y que está representado por la fracción soluble en ácido sulfúrico al 80 %.

2 *Modernos conceptos sobre procesos de formación y composición del humus.*

*a*) *Composición*: Dos son los caminos generales que se siguen hoy en la investigación de las sustancias húmicas: Uno, analítico, está entroncado con los métodos tradicionales aunque tiene a su dis-

posición los recursos de la cromatografía de partición y de reacciones específicas para la identificación de aminoácidos y otras sustancias nitrogenadas, a más de la espectroscopia de infrarrojos para la caracterización de ciertos grupos funcionales. El otro, sintético, ataca el problema a través de las llamadas "sustancias modelo", polímeros artificiales de complejidad variable, con las cuales se tiende a imitar a las sustancias húmicas tanto en sus propiedades fisicoquímicas como biológicas.

Por el primero de los caminos se consiguió aislar de la *fracción fúlvica* pentosanos y ácidos urónicos —que indican la presencia de hemicelulosas uronídicas—, glucósidos fenólicos, azúcares y aminoácidos.

En la *fracción húmica* se encontraron dos partes: la hidrolizable por ácidos diluídos se demostró estar constituída por proteínas y por glúcidos; en la no hidrolizable se identificaron grupos fenólicos, carboxílicos, acetílicos y metoxílicos.

En relación con la lignina, cuya calidad de antecesora directa del humus antes se postulaba y hoy se cuestiona, se encontró que disminuían los grupos metoxilos mientras aumentaba el de carboxilos. La presencia de hidroquinonas explicaba la propiedad de esta fracción húmica de obscurecerse por exposición al aire y decolorarse por reducción; también se demostró la existencia de nitrógeno de origen proteico, en combinaciones resistentes a la descomposición que dieron en llamarse "ligno-proteínas". Posteriormente se pudo demostrar que sólo de un tercio a una mitad del nitrógeno de las sustancias húmicas tiene carácter polipéptido; que aproximadamente otro tercio está incluído en los anillos heterocíclicos formados durante la oxidación de las quinonas y que el resto consiste en ácidos nucleicos, azúcares aminados y otros compuestos no bien identificados.

En cuanto a las *huminas* serían sustancias de polimerización mixta de ácidos fúlvicos y húmicos, además de residuos microbianos y vegetales parcialmente descompuestos, y macromoléculas de cuya destrucción se obtienen glucosa, xilosa y glucosamina.

El segundo de los caminos emprendidos para el estudio de la naturaleza de las sustancias húmicas es el de la preparación de ácidos húmicos sintéticos, a partir de polioxifenoles como hidroquinona, pirocatequina y pirogalol por oxidación alcalina; nitrogenando estos compuestos se consiguió acercarse aún más a los prototipos buscados.

Los compuestos así sintetizados, y existen una gran cantidad de ellos y una frondosa literatura al respecto, han servido de sustancias modelo para estudiar su comportamiento fisicoquímico, acción fitofisiológica, acción microbiológica en su síntesis y relaciones con compuestos naturales del tipo vitaminas, hormonas y enzimas.

*b*) *Formación*: Un reciente artículo de las investigadoras de la escuela rusa Kononova y Aleksandrova da una interesante visión sintética del estado actual del problema. Comienzan relatando cómo durante muchos años se sostuvo que los constituyentes fácilmente descomponibles de los residuos orgánicos eran incapaces de participar directamente en la formación del humus, dado que los microorganismos las demuelen fácilmente hasta sustancias totalmente mineralizadas y ácidos orgánicos de bajo peso molecular. En concordancia con este punto de vista, se excluía de los procesos formadores del humus a los azúcares, hemicelulosas y celulosas, a pesar de constituir en conjunto alrededor del 50 % de los residuos vegetales en el suelo. Se consideraba, en cambio, que sólo compuestos más resistentes, como ligninas, podrían ser fuente importante de sustancias húmicas, a las que llegaban por procesos de oxidación y condensación.

Este concepto que tuvo su origen con los investigadores alemanes de la década 1920-1930 (Fischer, Schrader, Fuchs, etc.) que se ocupan en general de los compuestos carbonosos, fue recogida y aplicada al humus por Waksman y por su intermedio ganó extensión y popularidad. Waksman sostenía que las sustancias húmicas resultaban principalmente de la condensación de la lignina con proteína de origen microbiano. Dentro de esta misma línea de pensamiento trabajaron también los investigadores suecos Mattson y Koutler-Anderson en 1943-44, que aunque seguían considerando a la lignina como principal fuente del humus, admitían que ésta sufría durante el proceso de humificación oxidaciones y condensaciones, especialmente con amonio liberado durante la descomposición de los residuos vegetales; el nitrógeno entraría dentro de los anillos aromáticos de la lignina y formaría así los compuestos cíclicos nitrogenados, complejos característicos de las sustancias húmicas.

Kononova, en 1951, hizo un exhaustivo análisis del problema y planteó su crítica hacia esta posición, que excluye no solamente la posibilidad de varios

componentes de los tejidos vegetales en cuanto a la formación del humus sino que limita la intervención de los microorganismos en este proceso. En efecto, de acuerdo al punto de vista anterior, el papel de los microorganismos se reduciría al de obrar de agentes de descomposición de los residuos vegetales, mientras que la condensación de la lignina con la proteína, o con el amoníaco, se efectuaría a través de procesos puramente fisicoquímicos, abiológicos.

De acuerdo al punto de vista contemporáneo son de naturaleza bioquímica las dos fases de la formación de las sustancias húmicas, es decir, la que lleva a las sustancias vegetales y animales al estado de compuestos simples y la subsiguiente de síntesis de las partículas macromoleculares complejas características del humus.

Parece ser que la reacción base de la síntesis húmica es la condensación de un compuesto aromático de tipo polifenólico con un compuesto nitrogenado del tipo péptido o aminoácido. KONONOVA y ALEKSANDROVA hacen notar el interesante y sugestivo hecho de que reacciones de este tipo son comunes en los procesos bioquímicos de animales y vegetales, en especial en los relativos a la formación de pigmentos.

Consecuentemente con este orden de ideas se aclara también la cuestión de las fuentes de sustancias húmicas. Mientras anteriormente se conectaba el origen de los ácidos húmicos a la presencia de determinados constituyentes vegetales (ligninas, proteínas, ciertos carbohidratos) el problema se enfoca hoy desde otro punto de vista: el de la posibilidad de formación de los componentes de las partículas primarias de humus, es decir, compuestos aromáticos de polifenoles, aminoácidos o péptidos. Y al respecto es importante destacar que se ha demostrado que muchas sustancias vegetales, sujetas durante el proceso de humificación a complicados procesos bioquímicos, pueden servir de primera materia para la formación de esos compuestos.

Es así que los anillos aromáticos pueden derivar de la descomposición de ligninas, de sustancias tánicas, de enzimas respiratorias vegetales y, es necesario destacarlo, del metabolismo microbiano, en el cual pueden servir de fuente de energía primaria diversas materias vegetales, incluyendo por supuesto los carbohidratos antes despreciados.

En cuanto al segundo componente de las unidades fundamentales del ácido húmico, los aminoácidos y péptidos, se mantiene el punto de vista que los considera provenientes de resíntesis microbiana, a partir de las proteínas vegetales originales, rápidamente descompuestas.

Se contempla actualmente la posibilidad de la formación también de sustancias húmicas de tipo melanoide, por condensación de compuestos de cadena abierta, ácidos urónicos, por ejemplo, con aminoácidos o péptidos.

Es importante señalar que la fase segunda de la humificación, la sintética, se cumple en condiciones de biocatálisis durante la cual las enzimas oxidativas del tipo de las fenoloxidadas, producidas por numerosos microorganismos, aceleran la oxidación de los polifenoles a quinonas.

FLAIG y colaboradores en Alemania y KONONOVA y ALEKSANDROVA en Rusia, produjeron *in vitro* sustancias húmicas en cultivos de estreptomicetas, *Aspergillus* y *Penicillium*, que se comportaron fisioquímicamente y químicamente en forma muy similar al humus del suelo, aunque la menor relación C/H demuestra que su grado de condensación es inferior al de los ácidos húmicos naturales.

El estudio por cromatografía de partición de los aminoácidos liberados durante la hidrólisis de ácidos húmicos naturales y los obtenidos por intermedio de los microorganismos, revela presencia de los mismos aminoácidos; la espectroscopia de infrarrojos, por otra parte, confirma en estas nuevas sustancias de síntesis bioquímica los grupos característicos de la estructura aromática.

Es decir, que se demostró que en un medio sin compuestos previos de carácter aromático y con glucosa como único carbohidrato, los microorganismos estudiados fueron capaces de sintetizar los compuestos cíclicos nitrogenados característicos de las partículas básicas de las sustancias húmicas.

*En resumen*: El punto de vista contemporáneo, a través de lo anteriormente expuesto ha independizado al proceso de humificación de la necesaria presencia de sustancias tales como lignina y, además, ha explicado la posibilidad de la intervención en el mismo, de sustancias altamente móviles cuya participación antes se negaba.

### 3. *Problemática actual.*

Para concluir con este relato mencionaremos algunos de los puntos que consideramos más importantes dentro del complejo panorama ofrecido por las sustancias húmicas.

*a*) *Complejos húmico-arcillíticos*: Es bastante imprecisa todavía la imagen que se tiene de la naturaleza de estos compuestos, cuya existencia se conoce desde el siglo pasado.

Los espectros de difracción electrónica (SEDLETZKY y TATARINOVA) indican que no es probable que los ácidos húmicos lleguen a integrar el edificio cristalino de las arcillas.

Generalmente se atribuye a puentes de calcio o de hierro la unión entre estos dos coloides; la unión cálcica correspondería al grupo I de coloides de TIULIN que dominan en los suelos chernózicos, y que son importantes fuentes de fósforo y nitrógeno asimilables para las plantas. La unión férrica y quizás también alumínica, constituiría el grupo II de los coloides de TIULIN y predominaría en los suelos podsólicos.

Otra posibilidad de unión estaría dada por el reciente descubrimiento por FLAIG de la existencia de cargas positivas en fracciones de humatos cálcicos, lo que podría explicar la adsorción directa del humus por la arcilla en función de la carga negativa de esta última.

*b*) *Velocidad de descomposición*: Los trabajos de BROADBENT y BROADBENT y NORMAN demostraron en forma concluyente que el agregado de materia orgánica verde incrementa la velocidad de descomposición de las sustancias húmicas preexistentes. Dichos investigadores usaron para sus experiencias sustancia verde —sorgo de Sudán— marcada con proporción conocida de carbono 13 y nitrógeno 15. De esta manera pudieron seguir el proceso de descomposición en el suelo del humus y de las sustancias agregadas y diferenciar la proporción respectiva del anhídrido carbónico desprendido y del nitrógeno mineralizado. De acuerdo a sus resultados la incorporación de la materia verde triplicó la velocidad de producción de anhídrido carbónico y duplicó la de nitrógeno mineral.

Esta comprobación, en cierto modo sorprendente, contribuye a explicar en forma satisfactoria las conclusiones de muchos ensayos de campo de larga duración, en los que el abonamiento verde fue incapaz de aumentar el contenido de materia orgánica. Pero, por otra parte, consideramos apresurado extraer conclusiones como la de FRASER, que al referirse al tema expresa que: "así se puede explicar los resultados nulos o dañinos de los abonos verdes, en especial en los climas templados y moderadamente húmedos". En efecto, y sin entrar en la consideración particular de una gran serie de ventajas del abonamiento verde en cuanto a las propiedades físicas del suelo y de ahorro de nutrientes por su interferencia en su lixiviación, es evidente, a nuestro juicio, que el incremento de velocidad de descomposición, que su incorporación induce en las sustancias húmicas del suelo, favorece las condiciones de fertilidad del mismo por alguno de los siguientes mecanismos probables: mineralización de fósforo, azufre y nitrógeno inmovilizados en la materia orgánica; liberación de hierro, manganeso y cobre por formación de complejos de coordinación, e incluso de fosfatos, por quelatación del calcio y magnesio en sus compuestos insolubles, y movilización de potasio por ataque de los ácidos orgánicos a feldespatos y micas.

Con esto queremos significar que el criterio de valoración de la influencia benéfica de la incorporación de la materia orgánica verde no puede ser uno simplemente estático, medido por el aumento o no de la proporción de sustancias húmicas estables en el suelo, sino que debe contemplar la dinámica químico-biológica a la que da lugar y que es uno de los factores importantes en la productividad de un suelo.

*c*) *Acción nutritiva de las sustancias húmicas*: Las investigaciones de FLAIG y SAALBACH en Alemania, de CHAMINADE y BLANCHET en Francia y de CHRISTEWA y KONONOVA en Rusia, han vuelto a poner sobre el tapete la intervención directa de las sustancias húmicas en los procesos de nutrición vegetal.

Los puntos de vista actuales pueden resumirse así:

*a*) Los ácidos húmicos actúan positivamente sobre la alimentación mineral de la planta por aumento de la permeabilidad de las membranas celulares, por estimulación de los sistemas enzimáticos y por su influencia en los procesos metabólicos.

*b*) Esta actividad estaría ligada especialmente a la presencia de ciertos núcleos quinónicos y a aminoácidos aromáticos. Usando sustancias modelo, se ha podido demostrar la actividad, entre otras, de la timohidroquinona; 1, 2, 4, 5, 8 pentaoxiantroquinona y de la fenilalanina.

*c*) Para que se manifiesten las acciones favorables de las sustancias húmicas debe haber una plena disponibilidad de elementos nutritivos minerales; además, el humus debe encontrarse altamente dis-

perso y en proporciones no superiores a 10 p.p.m. en las soluciones nutritivas y, presumiblemente, también en las edáficas.

*d*) Se ha demostrado el efecto beneficioso de pequeñas dosis de fertilizantes órgano-minerales, en donde la parte orgánica estaba constituída por humatos naturales o por sustancias quinónicas sintéticas.

CONCLUSIÓN GENERAL

La química del suelo se entrelaza cada vez más, por razones de metodología y de fenomenología causal, con la física, la mineralogía, la fisicoquímica y la bioquímica edafológicas. Con esto se afirma el concepto del suelo como un cosmos cuya visión global y armónica sólo puede alcanzarse a través de la integración de todos sus aspectos.

## RESÚMENES DE LOS TRABAJOS Y COMUNICACIONES PRESENTADOS

### Estudio de la agresividad del suelo de la Capital Federal

(*Trabajo*)

NICOLÁS P. MACCARONE

El suelo de la Capital Federal presenta interés desde el punto de vista de su agresividad, dado el gran número de materiales en contacto permanente con él. El grado de agresividad de un terreno puede determinarse mediante análisis químicos y ensayos mecánicos; pero los valores así obtenidos no deben considerarse en forma individual sino relacionados entre sí, ni puede establecerse la agresividad en base exclusivamente a los resultados analíticos.

Los factores que influyen en la agresividad de los suelos son, principalmente:

*Profundidad*: Interesa por la variación del contenido en oxígeno atmosférico, que interviene en algunos procesos de corrosión. Para este estudio se han extraído las muestras a una profundidad de 1 metro aproximadamente, por ser ésta la medida a que suelen colocarse las cañerías (agua, gas, etc.).

*Humedad*: Si bien la humedad de un suelo puede variar por lluvias y evaporaciones, esta circunstancia no influye en estos casos debido a que las muestras han sido extraídas bajo vereda o pavimento. La determinación de humedad se ha efectuado por calentamiento en estufa a 105-110º C durante una hora; aunque en estas condiciones no se elimina toda el agua contenida en la tierra, se obtienen valores comparativos.

*pH*: Es posiblemente el factor más importante en la agresividad. La experiencia personal (y también lo afirman HOFFMANN y WEBER) permite indicar que el pH es casi decisivo, pues difícilmente se encuentran tierras agresivas con alto pH o no agresivas con pH bajo, independientemente de los demás factores.

*Acidez de intercambio*: Generalmente guarda relación con el pH; las tierras con elevado pH suelen presentar baja acidez de intercambio, mientras las de bajo pH poseen alta acidez de intercambio.

*Sales solubles*: Están constituídas fundamentalmente por sulfatos, cloruros y otras sales alcalinas, de modo que también se encuentra relación entre el contenido de éstos y las sales solubles totales.

*Carbonatos y sulfuros*: La determinación es cualitativa porque se efectúa con fines de orientación.

*Granulometría*: Se determina mediante ensayo mecánico y es importante por la permeabilidad que le confiere al suelo. La clasificación establecida en este ensayo, según el tamaño de las partículas, es la siguiente (A.S.T.M. — Bulletin, agosto 1945; páginas 46-47):

| *Clasificación* | *Tamaño en mm* |
|---|---|
| Grava | mayor de 2,000 |
| Arena gruesa | 2,000 a 0,250 |
| Arena fina | 0,250 a 0,074 |
| Limo | 0,074 a 0,005 |
| Arcilla | 0,005 a 0,001 |
| Coloides | menor de 0,001 |

LÍMITES DE AGRESIVIDAD.

De acuerdo con GESSNER (*Bericht des Schweizenischen Verbandes für die Materialprüfüng und Technik.* Zurich, abril 1928), los suelos no son agre-

sivos para el hierro, hormigón, plomo y cinc cuando cumplen las siguientes condiciones:

| | | *Hierro* | *Hormigón* | *Plomo y cinc* |
|---|---|---|---|---|
| Humedad | g%g | máx. 20 | máx. 20 | — |
| Sulfatos | mg/kg | „ 2400 | „ 2400 | — |
| Óxido de magnesio | „ | — | „ 20000 | — |
| pH | | mín. 6 | mín. 6 | máx. 8 |
| Ácidos de intercamb. | | — | máx. 20 | — |
| Sales solubles en agua | mg/kg | máx. 500 | — | — |
| Cloruros | „ | „ 200 | — | — |
| Sulfuros | | no contendrá | — | — |
| Carbonatos | | — | — | no contendrá |

## Características del suelo de la Capital Federal.

Se han analizado y ensayado muestras de tierras extraídas de 684 puntos de la Capital Federal. Los valores obtenidos, difícil de transcribir por el espacio que requerirían, se indican resumidos en el gráfico adjunto. Todos los valores (excepto humedad y pH) están referidos a tierra secada durante una hora a 105-110° C.

## CONCLUSIÓN

La composición y las características del suelo de la Capital Federal son muy irregulares, aun en zonas vecinas o cercanas, debido en parte a la naturaleza misma del terreno y en parte a los procesos de remoción y relleno. Sin embargo, considerando un conjunto grande de tierras, se puede apreciar una cierta analogía dentro de cada grupo.

Dividiendo la Capital Federal en cuatro zonas cuyos límites serían las calles Rivadavia de este a oeste y Avda. La Plata y continuación de sur a norte, se aprecian las siguientes características en cada una de dichas zonas:

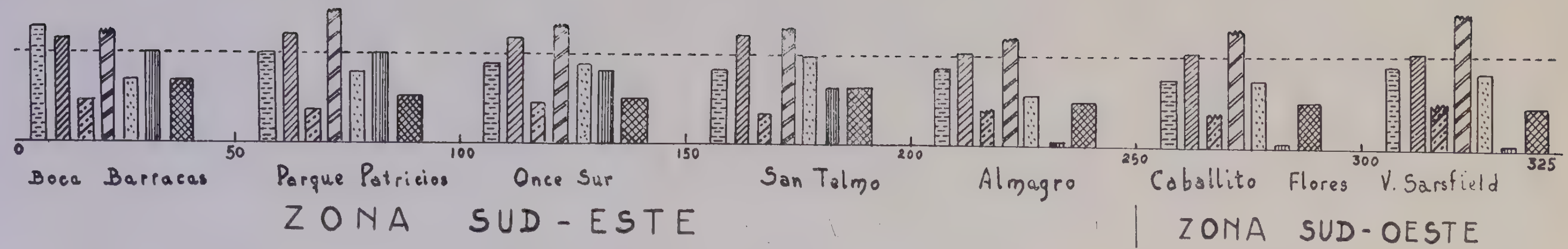
*Zona sudeste*: En la Boca y Barracas el suelo es muy húmedo (25-28 % de agua) con un pH algo superior a 7, acidez de intercambio baja, pocos carbonatos y bastantes sulfuros; el tipo de tierra es arenosa fina. Hacia el oeste la humedad disminuye algo (20 %), el pH aumenta, la acidez de intercambio baja, los carbonatos aumentan y los sulfuros se mantienen sensiblemente constantes; predomina la tierra limosa. Hacia el norte, la humedad disminuye aún más (17 %), el pH varía poco, lo mismo que la acidez de intercambio, pero aumentan los carbonatos y disminuyen los sulfuros; la tierra es tipo limosa con tendencia a arena fina.

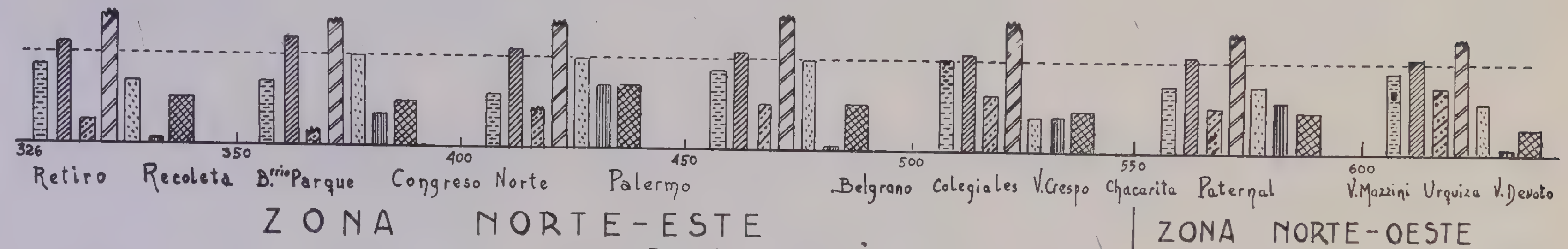
Los sulfatos, y en general las sales solubles, son irregulares en toda la zona, aunque se nota menor proporción de ambos en la costa que en el interior.

*Zona sudoeste*: La humedad es bastante baja (15-18 %), el pH ligeramente superior a 7, la acidez de intercambio un poco superior respecto a la zona anterior, pero más irregular en sus valores; los carbonatos predominan en Caballito y Flores, siendo escasos en Vélez Sarsfield, y los sulfuros no se observan casi en toda la extensión; los sulfatos se mantienen más o menos constantes dentro de la zona, y las sales solubles presentan irregularidad. El suelo es limo-arcilloso con tendencia a coloidal.

*Zona nordeste*: La humedad es más bien baja (18 %), el pH tiende a aumentar en Recoleta, presentando irregularidades en Congreso norte; la ecidez de intercambio es irregular, especialmente en Congreso norte, aunque predominan los valores bajos; los sulfatos y las sales solubles son irregulares; los carbonatos son escasos en Retiro y aumentan hacia Recoleta, siendo apreciables en Palermo y Congreso norte; los sulfuros son escasos, salvo en Congreso norte, donde se encuentran en cantidad algo mayor; el tipo de tierra es limo-arena fina.

*Zona noroeste*: La humedad es bastante baja (15 %), algo más elevada en Floresta y Villa Devoto (17 %); en Villa Mazzini presenta irregularidad. El pH en general es apenas superior a 7, siendo bajo en Villa Urquiza e irregular en Colegiales. La acidez de intercambio es baja en Palermo, elevándose un poco en Parque Centenario y Villa del Parque. Los sulfatos y las sales solubles son altos en Belgrano, Colegiales, Villa Crespo y Chacarita y bajos en la parte noreste de la zona. Los carbonatos se observan algo solamente en Parque Centenario y los sulfuros prácticamente no se aprecian en toda la zona. El tipo de suelo es limo-arcilloso.




VALORES COMPARATIVOS DE LA AGRESIVIDAD DE LOS SUELOS

## Criterio metodológico en las técnicas analíticas instrumentales de los bioelementos oligodinámicos en suelo

(*Comunicación*)

Aldo Renato Julio Paoli y Marta Susana Lurati

Todos los elementos químicos, hasta la fecha conocidos, considerando tanto su concentración estática como dinámica, pueden encontrarse analíticamente en *macro, micro* o *ultramicro cantidades,* detectables o no, según: *cuando, cómo* y *dónde* se encuentren dichos elementos.

En general admitimos la siguiente clasificación esquemática, la cual toma en cuenta la *concentración, acción general* y una cierta *actividad específica.*

| | *Concentración* | *Acción General* | *Actividad Específica* | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Bioelementos | Macroelementos | Mayores / Menores | | | Toxemias |
| | | Intercambiadores | Bioquímicos | Oligodinamia | |
| | Microelementos / Ultramicro-elementos | Oligoelementos | Biogeneradores / Biocatalizadores | | |

Si discriminamos entre concentraciones: *estáticas* y *dinámicas,* reconoceremos que los elementos químicos comprendidos —hasta el presente— en la última designación, son pocos y no bien estudiados en lo que a su biofisicoquímica y fisiología respecta.

Cuando una substancia a una dilución muy grande o muy poco concentrada, produce una acción más o menos específica, se estipula el hecho de que posee una *"acción oligodinámica".*

Históricamente sabemos que se han conocido las propiedades fisiológicas de estas substancias antes de establecer su distribución y exactas concentraciones en los suelos, minerales, plantas, alimentos varios, animales y en el organismo humano. Pero esta situación es comprensible debido al paulatino desarrollo de los distintos métodos analíticos experimentales.

En este siglo y particularmente a partir del año 1936, el análisis químico cuantitativo instrumental adquirió enorme impulso.

Por tales razones, para llegar a una mayor exactitud, partimos de los datos analíticos espectrográficos, espectrofotométricos y polarográficos, pues son los únicos que tienden a *"guarismos más absolutos",* cosa imposible de lograr por medio del análisis microquímico clásico y por las pruebas microbiológicas *in vitro.*

Desde el punto de vista del análisis microquímico cualitativo no instrumental, las detecciones en suelos de microcantidades de elementos tales como: Co, Mo, Ni, Zn, Cu, Mn, B, I, Fe, etc. —hasta una sensibilidad relativa de 0,01 gamma—, no ofrece grandes dificultades, siempre que se efectúen correctamente las correspondientes extracciones y separaciones, cuestión ésta nada fácil en algunos casos. Es imprescindible considerar las interferencias de los coloides, del pH, de otros elementos químicos y de diversos complejos inorgánicos y orgánicos.

En las aplicaciones de los métodos micro y ultramicro químicos, debe tenerse presente la prolijidad en las manipulaciones, la extrema limpieza del material a utilizar, la máxima pureza de los reactivos y el uso de agua bi o tridestilada, según los casos. Pasamos por alto lo referente al acondicionamiento del laboratorio, como así también las técnicas de "rastreo analítico" con isótopos radiactivos.

Del planteamiento antedicho deriva un problema de fundamental importancia y es la determinación cuantitativa de microcantidades, especialmente cuando se trata también de microcantidades de muestra.

Aquí no hay otro camino que el llamado análisis microquímico instrumental, tan difundido en Europa, Asia y América del Norte.

El *"análisis de tanteo cualitativo"* puede efectuarse con las *Reacciones de Toques de Feigl,* preparando adecuadamente los extractos de las muestras de suelos. Pero las determinaciones cualitativas exactas y rápidas de microelementos en suelos se deben realizar por medio de espectrogramas seriados en la región visible y ultravioleta, en base a los métodos y técnicas especiales recomendados en la bibliografía especializada internacional.

La polarografía diferencial, la espectrofotometría de absorción, la fotometría de llama, la espectrofotometría de fluorescencia y las técnicas modernas del ultramicroanálisis químico despejan mucho el *camino cuantitativo* pero no lo resuelven totalmente, a excepción del empleo racional de la espectrografía como *"patrón analítico absoluto".*

En rigor y para evitar trabajar en vano, es necesario y casi imprescindible la obtención sistemática de *espectrogramas patrones* en las regiones del espectro que se elijan (radiaciones) según la conveniencia.

Esto se hará tanto para cada tipo de electrodos (Cu, Al o C) y para cada uno de los microelementos considerados o también, para determinados *"grupos de elementos"*, teniendo en cuenta las interferencias respectivas:

MUESTRA + *Impurezas de los electrodos + Impurezas de los reactivos*

Se deberán efectuar las cotejaciones de los gráficos que resultan de la compaginación de los datos analíticos, previa determinación de las respectivas constantes experimentales del instrumento o de los instrumentos empleados, a fin de calcular exactamente la aproximación de trabajo, considerando entre los factores primordiales el *margen de error experimental.*

Las mediciones fotométricas se realizarán en un Comparador o Densitómetro microfotométrico (Microfotómetro) que puede ser registrador o no y cuya sensibilidad fotoeléctrica (con circuito de amplificación) no debe ser menor a una deflección galvanométrica de $10^{-9}$ Amprs. y con una apreciación de lectura —en la confección de la curva del ennegrecimiento de placa— del orden del *micrón.*

La determinación de cada una de las "líneas fotografiadas", para zonas de una banda de 100 A, se efectúa por la clásica relación de HARTMANN, por lo tanto:

$$\lambda = \lambda_0 + \frac{c}{(n - n_0)^{1,2}},$$

en cuya fórmula, $c$ es la constante del espectrógrafo usado.

En los cálculos fotométricos se relacionan las deflecciones galvanométricas (del galvanómetro usado), obteniéndose los gráficos correspondientes. En los casos de correcciones de *"fondo de placa"*, se aplica el equivalente del cociente: $dp/da$, de la gráfica de trabajo, y de acuerdo a LUNDEGARDH y MITCHELL, tenemos:

$$\text{Log.} \cdot \frac{\dfrac{dp + f}{df}}{\dfrac{da + F'}{dF'}}$$

Las características esenciales que debe poseer el espectrógrafo a emplearse son:

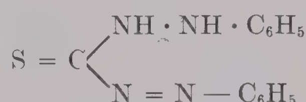
1) un buen sistema óptico;
2) un buen sistema mecánico;
3) un buen monocromador a prisma, de manera de obtener sin dificultad una alta dispersión óptica, es decir que la *"dispersión elemental"* del aparato, deberá cumplir —como es sabido— la condición física siguiente:

$$P = \lim_{\Delta_n \to 0} \frac{\Delta_i}{\Delta_n} = \frac{di}{dn}$$

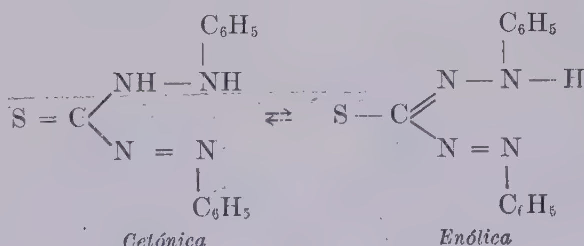
Las placas espectrográficas deben ser: ortocromáticas de ultracontraste.

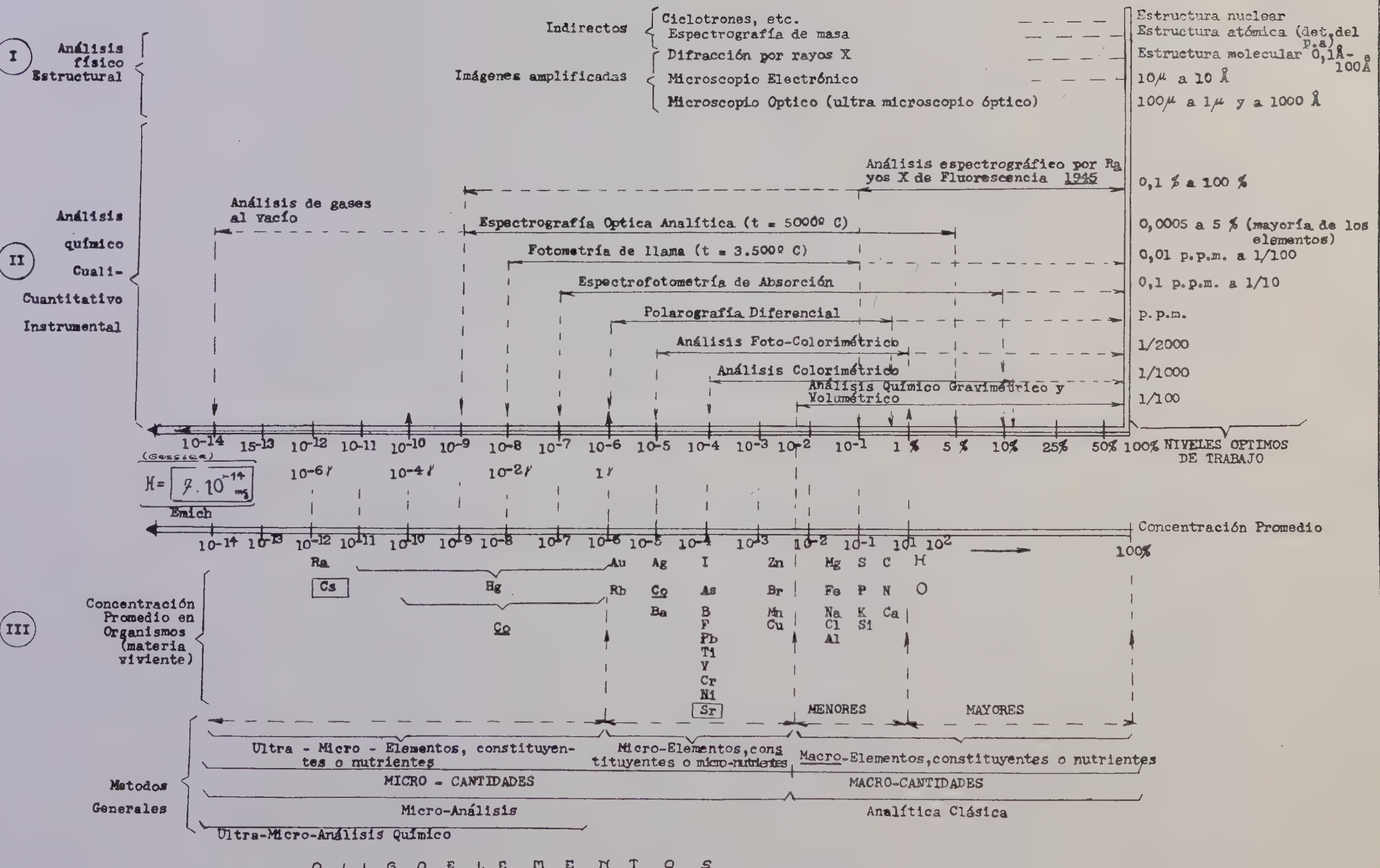
La sensibilidad espectral de la mayoría de los elementos químicos es mayor empleando electrodos de carbón, aunque es necesario tener sumo cuidado en las impurezas contenidas en los mismos, ya que —según en qué proporciones se encuentren— pueden inhibir prácticamente las determinaciones cuantitativas. La adsorción de las soluciones, se hacen en una superficie (electrodo inferior) de polvo de carbón de alta pureza, con sus respectivos *"diluyentes espectrográficos"*.

En las técnicas *espectrofotométricas de absorción*, tienen fundamental importancia la dinámica y los desplazamientos electrónicos (tautomeria) de los reactivos de sensibilización, como en el caso típico de la *Ditizona* o *Difenil-tio-Carbazona*:




La característica de esta sustancia, es la amplia sensibilidad reactiva para la mayoría de los metales, dando sus respectivos *ditizonatos* o *difeniltiocarbamatos*, los cuales se individualizan por los desplazamientos electrónicos o tautomeria que sufre el reactivo de referencia al presentarse en las formas *cetónica* y *enólica*, basadas en el equilibrio de concentración del ion H.





SENSIBILIDAD ANALITICA COMPARADA
I Análisis físico Estructural
Indirectos
Ciclotrones, etc.
Espectrografía de masa
Imágenes amplificadas
Difracción por rayos X
Microscopio Electrónico
Microscopio Optico (ultra microscopio óptico)
Estructura nuclear
Estructura atómica (det. del P.a)
Estructura molecular 0,1Å - 100Å
10μ a 10 Å
100μ a 1μ y a 1000 Å
II Análisis químico Cuali-Cuantitativo Instrumental
Análisis de gases al vacío
Análisis espectrográfico por Rayos X de Fluorescencia 1945
Espectrografía Optica Analítica (t = 5000º C)
Fotometría de llama (t = 3.500º C)
Espectrofotometría de Absorción
Polarografía Diferencial
Análisis Foto-Colorimétrico
Análisis Colorimétrico
Análisis Químico Gravimétrico y Volumétrico
0,1 % a 100 %
0,0005 a 5 % (mayoría de los elementos)
0,01 p.p.m. a 1/100
0,1 p.p.m. a 1/10
p.p.m.
1/2000
1/1000
1/100
10-14 15-13 10-12 10-11 10-10 10-9 10-8 10-7 10-6 10-5 10-4 10-3 10-2 10-1 1 % 5 % 10% 25% 50% 100%
NIVELES OPTIMOS DE TRABAJO
(Gessler)
K = 7.10-14 mg
Emich
10-6γ 10-4γ 10-2γ 1γ
Concentración Promedio
10-14 10-13 10-12 10-11 10-10 10-9 10-8 10-7 10-6 10-5 10-4 10-3 10-2 10-1 101 102 100%
III Concentración Promedio en Organismos (materia viviente)
Ra
Cs
Hg
Co
Au Rb
Ag Co Ba
I As B F Pb Ti V Cr Ni Sr
Zn Br Mn Cu
Mg Fe Na Cl Al
S P K Si
C N Ca
H O
MENORES
MAYORES
Ultra - Micro - Elementos, constituyentes o nutrientes
Micro-Elementos, constituyentes o micro-nutrientes
Macro-Elementos, constituyentes o nutrientes
Metodos Generales
MICRO - CANTIDADES
MACRO-CANTIDADES
Micro-Análisis
Analítica Clásica
Ultra-Micro-Análisis Químico
O L I G O E L E M E N T O S

Los grados de pureza necesarios en las drogas a emplearse en el análisis químico-instrumental corresponden a un máximo de impurezas de: 0,0001 %.

Las técnicas espectroanalíticas en la determinación de microelementos (microcantidades de bioelementos oligodinámicos) posee las ventajas siguientes:

I. Seguridad.
II. Precisión máxima.
III. Rapidez.
IV. Eliminación de gran parte de las interferencias.
V. La facilidad de analizar cuantitativamente dos o más elementos en concentraciones mínimas con un solo espectrograma.

Hasta cierta medida se pueden generalizar los antedichos conceptos para la *fotometría de llama.*

A nuestro criterio, sugerimos la conveniencia de organizar la marcha microanalítica en suelos de la siguiente manera:

I. *Cualitativa*:

*a*) Detecciones standards de tanteo, por reacciones microquímicas (a la gota o por toque).

*b*) Determinaciones cualitativas espectrofotométricas o espectrográficas en los casos de duda extrema.

II. *Cuantitativa*: —A—

*c*) Espectrogramas seriados, empleando electrodos de grafito de alta pureza química, con soporte de polvo de carbón para la adsorción de las soluciones incógnitas con sus "diluyentes" adecuados.
(Temperatura: de 4.000° C a 5.000° C, según distancia de los electrodos.)

—B—

*d*) Análisis espectrofotométrico de llama (temperatura: 2.500° C a 3.000° C), con mechero oxiacetilénico.

*e*) Análisis espectrofotométrico de absorción.

*f*) Análisis micropolarográfico, como técnica de confrontación y según los casos.

En —B— (*d, e, f*) se elegirán según límites probables mínimos de concentración del elemento a investigar en % de suelo.

El problema del análisis químico de microcantidades de elementos químicos en suelos se resume a grandes rasgos en tres puntos principales, que son:

1) Obtención de muestras útiles para los fines propuestos.
2) Separación del elemento o grupo de elementos a analizar cualitativa y cuantitativamente.
3) Elección del micrométodo.

Las extracciones se pueden efectuar por medio de soluciones de $Cl_4C$, HCl o $H_2O$ en caliente, esto último según convenga al método y técnicas a seguir por el analista.

En el cuadro comparativo que reproducimos se pueden apreciar las distintas sensibilidades instrumentales y el promedio de los elementos químicos existentes en los organismos, comparado con los métodos generales hasta el momento establecidos en el mundo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ACADEMIA DE CIENCIAS DE LA U.R.S.S. V. V. DOKUCHAEV y V. A. CHERNOV: *Métodos para la determinación de los microelementos en suelos y en plantas* (en idioma ruso). (Editorial de la Academia de Ciencias de la U.R.S.S.). Moscú, 1958.

ACADEMIA PONTIFICIA DE CIENCIAS: *Semaine D'Étude sur le Problème des Oligoelements dans la Vie Vegetale et Animale.* (Pontificiae Academiae Scientiarum Scripta Varia). Vaticano, 1956.

COHEN, M. R. y NAGEL, E.: *Introduction to Logic and Scientific Method* (Harcourt, Brace and Co.) New York, 1934.

FEIGL: *Spot Test* (vol. I, Inorganic Applications). (Elsevier Publishing Company) London, 1954.

WILLARD, H. H., MERRITT, L. L. y DEAN, J. A.: *Instrumental Methods of Analysis.* (D. Van Nostrand Co.) New York, 1948.

REVISTAS:

BURRIEL MARTÍ, F. y ÁLVAREZ HERRERO, C.: *Sobre la purificación de algunos reactivos y electrodos para su empleo en análisis espectroquímico de Suelo.* Anales de Edafología y Fisiología Vegetal, pp. 1-25, enero, 1958.

CAMP, A. F.: *Minor Element Problems.* Agricultural Chemicals, vol. 8, 1953 (nº 5, pp. 38-40 y pp. 123-125, nº 6, pp. 50-52).

PINTA, M.: *Applications de la Spectrographie de Flamme et D'Arc dans l'Analyse Agronomique.* Annales Agronomiques, nº 2, pp. 185-202, mars-avril, 1955.

SERFASS, E. J.; STEINHARDT, R. G. and STRONG, F. C.: *Classification of Methods of Quantitative Analysis.* Analytical Chemistry, vol. 22, nº 8, pp. 966-969, august, 1950.

WICHMMANN, H. J.: *Isolation and Determination of Traces of Metals the Dithizone System.* Indus. and Eng. Chem., Anal. Ed., 11, pp. 66-72, 1939.

## Determinación de sodio en aguas y suelos por fotometría de llama

(*Trabajo*)

LEÓN NIJENSOHN y MANUEL AVELLANEDA

En este trabajo se establecen las condiciones de funcionamiento del fotómetro a llama argentino "Crudo-Caamaño" para la determinación del contenido de sodio en aguas de riego y extracto de suelos salinos.

También se propone un método para la eliminación previa del calcio.

Primeramente se indican modificaciones al aparato tendientes a:

*a*) Asegurar la regularidad en la presión de aire y gas;

*b*) Mejorar el funcionamiento del dispositivo de sifonaje automático.

Se demuestra experimentalmente la interferencia del ion calcio en los valores de lectura, lo que se explica por las características del aparato.

Se hace un estudio crítico del método de la corrección de la influencia del calcio por ajuste de los resultados y se señalan los errores posibles de ser cometidos si se aplica tal como lo preconizan otros autores. Se indican asimismo, las posibilidades de ese método si las correcciones se hacen sobre los valores de lectura y no sobre los valores de concentración.

Se propone un procedimiento para la eliminación previa del ion interferente.

Este procedimiento está basado en la precipitación del calcio con oxalato de amonio en presencia de un exceso inicial de este último reactivo, con lo que se consigue evitar pérdidas de sodio por coprecipitado.

La aplicación de los procedimientos propuestos demuestran su bondad al conducir a resultados suficientemente exactos y reproducibles.

## Características y evolución de un suelo salino de San Juan e influencia en la producción del parral sobre él implantado

(*Comunicación*)

ORLANDO DE SANCTIS y LEÓN NIJENSOHN

En 1948 se realizó un estudio analítico detallado de un suelo del Departamento de 9 de Julio, provincia de San Juan, cultivado con parral, y de uno contiguo virgen. Ambos suelos resultaron ser altamente salinos y algo calcáreo-yesosos, aunque discrepaban notablemente en la composición iónica de las sales solubles. La alcalinidad hidrolítica era especialmente elevada en el perfil virgen, donde el pH era superior a 9 en todas las capas; en el cultivado, en cambio, oscilaba entre 8,35 y 9.

Ensayos de enyesadura, en laboratorio, sólo aumentaron significativamente los valores de velocidad de infiltración de agua en una muestra correspondiente a una capa extremadamente limo-arcillosa y de pH actual 9,04.

En 1959, después de once años, se volvieron a efectuar análisis y observaciones. Mientras las características del campo virgen no variaron fundamentalmente, dentro del carácter salino-alcalino del mismo, se comprobó que el suelo bajo cultivo había disminuído su salinidad en forma notable, aunque mantenía una elevada alcalinidad.

La desalinización operada se atribuye a cambios en el origen y calidad de las aguas de riego empleadas y en el descenso de la napa freática salina.

Correlativamente con la disminución de salinidad se registró un constante aumento de la producción del parral el que, para la superficie considerada, pasó de alrededor de 100.000 kg/ha en 1948 a 314.000 kg/ha en 1959.

## Un procedimiento para la determinación del calcáreo activo en suelos orgánico-yesosos

(*Comunicación*)

LEÓN NIJENSOHN y OSWALDO C. PIZARRO

El problema de manifestaciones mórbidas, especialmente clorosis, provocadas en la vid por la presencia de elevada proporción de calcáreo en las tierras, se planteó por primera vez en el siglo pasado en Francia, al comenzar la reconstitución con pies americanos de los viñedos arrasados por la filoxera (DROUINEAU ET GOUNY, 1951).

Desde el primer momento se puso de manifiesto que la aparición de los síntomas no estaba simplemente relacionada con la proporción total de carbonato de calcio, sino con la naturaleza mineralógica y subdivisión física del mismo. Se dio en llamar "calcáreo activo" a aquella fracción capaz de manifestar poder clorosante y su determinación analítica constituyó un problema que preocupa aún en nuestros días.

La necesidad de estudiar todos los aspectos relacionados con los programas de reconstitución de viñedos sobre pie americano, planteados como necesaria preparación ante un problema que puede adquirir matices de gravedad en forma inesperada, nos llevó a considerar también el del poder clorosante de las tierras mendocinas.

Ya se ha estudiado parcialmente y se continuará haciéndolo en aquellos distritos que por el contenido de calcáreo total permiten suponer el peligro de un poder clorosante (NIJENSOHN y PIZARRO, inéd.). Al efecto hubo que revisar los métodos analíticos preconizados en Europa, los que encontraron dificultades de aplicación práctica en las condiciones edáficas locales.

### MATERIAL Y MÉTODOS.

El estudio preliminar de metodología, que se informa en esta comunicación, se realizó sobre 6 muestras correspondientes a un perfil completo excavado en el distrito "La Primavera", del departamento Guaymallén, provincia de Mendoza. Este perfil, que se describe en detalle en el trabajo original, es orgánico-calcáreo-yesoso.

*Calcáreo total*: Se determinó gasométricamente el anhídrido carbónico que se desprendió por reacción de la muestra T.F.S.A., con clorhídrico 1 + 2. El carbónico así valorado se expresó en carbonato de calcio.

*Calcáreo activo Drouineau-Galet*: La tierra seca a estufa hasta peso constante se desagrega y tamiza por malla de agujeros redondos de 1 mm de diámetro. Se pesan, con precisión del miligramo, 2,5 gr de tierra y se los lleva a un Erlenmeyer Pyrex de 500 ml de tapón esmerilado. Se agregan 250 ml exactos de oxalato de amonio N/5 y se agita mecánicamente durante dos horas. Se filtra; se desechan los primeros mililitros; se toman 20 ml exactos y se llevan a un vaso de precipitación de 400 ml. Se agregan 100 ml de agua destilada y 5 ml de ácido sulfúrico concentrado. Se calienta a 60 °C y se titula hasta rosado persistente con permanganato de potasio N/5.

Calcular el *Índice de calcáreo activo* (I. A.) = (20 ml de permanganato gastados) × 5.

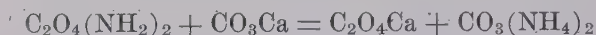
Este índice puede variar, evidentemente, entre 0 y 100.

Durante la ejecución de este procedimiento notamos que una parte apreciable de la materia orgánica humificada pasaba en solución, dificultando la titulación e introduciendo por su capacidad reductora un factor de error durante el dosaje permanganométrico.

Con el fin de evitar estos inconvenientes proponemos el siguiente método:

### CALCÁREO ACTIVO. DROUINEAU-NIJENSOHN.

Seguir exactamente el procedimiento original hasta la filtración inclusive. Luego determinar por gasometría el carbónico correspondiente al carbonato de amonio formado durante la reacción:



$$C_2O_4(NH_2)_2 + CO_3Ca = C_2O_4Ca + CO_3(NH_4)_2$$

Calcular el anhídrido carbónico, así determinado, en *carbonato de calcio activo por ciento*

### RESULTADOS.

La aplicación de ambos métodos a las muestras descriptas condujo a los resultados compilados en la tabla nº 1. En la tabla nº 2 se consignan algunos datos complementarios de interés para la caracterización de las mismas. De ellas surge el carácter calcáreo y algo salino-yesoso del suelo analizado

TABLA Nº 1

DETERMINACION DEL CALCAREO ACTIVO EN MUESTRAS DEL PERFIL "LA PRIMAVERA"

| Muestra nº | Calcáreo total en $CO_3Ca$ % | Calcáreo activo (1) en $CO_3Ca$ % | Calcáreo activo (2) en $CO_3Ca$ % | Diferencia (2) — (1) |
|---|---|---|---|---|
| 369 | 17,70 | 6,20 | 10,58 | 4,38 |
| 370 | 24,53 | 8,65 | 14,40 | 5.75 |
| 371 | 57,95 | 11,45 | 16,14 | 4,69 |
| 372 | 63,24 | 10,00 | 15,62 | 5,62 |
| 373 | 54,48 | 8,00 | 10,45 | 2,45 |
| 374 | 40,00 | 7,00 | 10,24 | 3,24 |

(1) Método de Drouineau-Galet.
(2) Método de Drouineau-Nijensohn.

TABLA Nº 2

ALGUNAS CARACTERISTICAS ANALITICAS DE MUESTRAS DEL PERFIL "LA PRIMAVERA"

| Muestra nº | Humedad equivalente % | Conduc. eléc. del extracto a saturación micromhos cm 25ºC | Carbono orgánico % | Nitrógeno total % | Relación C/N |
|---|---|---|---|---|---|
| 369 | 20,3 | 3.218 | 3,84 | 0,29 | 13,2 |
| 370 | 17,4 | 1.779 | 3,36 | 0,21 | 15,6 |
| 371 | 12,0 | 1.640 | 2,16 | 0,22 | 9,8 |
| 372 | 18,1 | 1.412 | 2,25 | 0,22 | 10,0 |
| 373 | 16,3 | 1.422 | 1,54 | — | — |
| 374 | 16,0 | 1.401 | 1,44 | 0,20 | 7,2 |

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Drouineau y Gouny (1951) advertían que su método tenía dos limitaciones: la presencia de materia orgánica y la de sulfato de calcio-yeso, en la muestra a analizar. A la materia orgánica no le asignaban mayor importancia pues estimaban que en los suelos donde el calcáreo activo sobrepasa el 5 % es muy débil la proporción de materia orgánica.

En cuanto al sulfato de calcio negaban directamente la aplicabilidad de su método a suelos yesosos.

De acuerdo a los ensayos efectuados por nosotros, la materia orgánica puede encontrarse en proporciones molestas aún en suelos con más del 16 % de calcáreo activo. Esto lo atribuímos a las características genéticas de los suelos en estudio que difieren notablemente de las tierras calizas europeas.

El perfil "La Primavera" así como los demás de las zonas vitícolas de Mendoza donde el calcáreo constituye un componente de proporción notable, corresponden a suelos de origen reciente y provienen de ex ciénagas que no hace más de una generación todavía estaban cubiertas de agua. Su materia orgánica, por lo tanto, no ha tenido tiempo de sufrir profundas alteraciones y no ha sido objeto de destrucción por meteorización prolongada.

La solución por nosotros encontrada resuelve perfectamente el problema de la interacción de la materia orgánica disuelta, dado que el carbonato de amonio formado es independiente de las sustancias húmicas que pudiera haber disueltas y que no interfieren para nada en su dosaje gasométrico.

Éste, además, es sencillo, y no requiere para su ejecución más que de instrumental común a todo laboratorio edafológico.

Del examen de la tabla nº 1 se deduce que en todas las muestras la cantidad de carbonato activo dosado por nuestro método es superior al valorado por el de Drouineau-Galet y la diferencia es más o menos proporcional a la cantidad total de carbono orgánico (ver tabla nº 2).

Otra ventaja fundamental tiene el nuevo procedimiento propuesto: con su aplicación se elimina toda interferencia del yeso, dado que no se dosa el exceso de ion oxalato, que es el que puede reaccionar con el sulfato de calcio, sino que el carbonato de amonio formado es independiente del yeso existente. Esto es sumamente importante en su aplicabilidad a suelos mendocinos en los que casi siempre hay presencia de sulfato de calcio.

De acuerdo a lo expuesto podemos concluir lo siguiente:

1) El procedimiento de determinación de carbonato activo propuesto por Drouineau-Nijensohn, puede usarse en suelos con materia argánica y con yeso sin que estas sustancias influyan en los resultados obtenidos.

2) Las modificaciones introducidas son de ejecución analítica sencilla y no requieren de instrumental especial.

*Agresividad del terreno de la Capital Federal.* N. P. MACCARONE.

*Bellati*: ¿Por encima de estos límites de no agresividad ha apreciado Ud. la vida media de una cañería sometida a esas condiciones adversas?

*Maccarone*: No tengo datos, pero he visto cañerías de un año y medio de colocación, sometidas a un pH bajo, de 4,5, en estado bastante deficiente.

*Bellati*: ¿Qué medios sugiere para evitar eso?

*Maccarone*: Revestirlas con material bituminoso; si la cañería es fundamentalmente chica o su estado de conservación lo justifica, pueden emplearse pinturas a base de material plástico.

*Pécora*: ¿En qué lugar de la Capital hay más agresividad?

*Maccarone*: Boca y Barracas, por la humedad.

*Pécora*: ¿Tendrán influencia las corrientes eléctricas vagabundas?

*Maccarone*: Es evidente que la acción de las corrientes eléctricas vagabundas es más importante que la agresividad; podría citar concretamente una cañería de la calle Pedernera, a dos cuadras de Rivadavia: la tierra no era muy agresiva, pero tenía una serie de puntos marcados en línea recta, característica de las corrientes eléctricas vagabundas.

*Pécora*: Obras Sanitarias de la Nación ha tenido muchos problemas en ese sentido, por daños en caños ocasionados por esas corrientes vagabundas.

*Criterio metodológico en las técnicas químico-analíticas-instrumentales de los bioelementos oligodinámicos en suelo.* A. R. PAOLI y M. S. LURATI.

Sin debate.

*Determinación de sodio en aguas y suelos por fotometría de llama.* L. NIJENSOHN y M. AVELLANEDA.

*Falleroni*: ¿Cómo compara la sensibilidad de este aparato con otros?

*Nijensohn*: Únicamente por polarografía. Nosotros hemos utilizado la curva de absorción determinada en un Parker-Elmer 18 en un trabajo aparecido en *Soil Science* y hemos determinado con un fotómetro la absorción del filtro que tiene nuestro aparato; la comparación de las dos curvas de absorción respectivas mostraban la superioridad del aparato extranjero.

*Características y evolución de un suelo salino de San Juan e influencia en la producción del parral sobre él implantado.* O. DE SANCTIS y L. NIJENSOHN.

*Tschapek*: ¿Por qué ha bajado la napa freática?

*De Sanctis*: Este departamento de 9 de Julio se halla en la zona salinizada y revenida de la provincia de San Juan y está influído por la zona del Médano de Oro, muy rica en agua subterránea y de una napa freática muy superficial. Pero en esta última década y, principalmente los últimos cinco años, han disminuído sensiblemente las aguas de vertientes por el mayor incremento de los cultivos y los mayores trabajos de saneamiento; tanto es así, que en los últimos años el arroyo Agua Negra se quedó prácticamente sin agua de vertiente y bajó de dos metros a quince centímetros, lo que obligó a dar una dotación de refuerzo a este departamento.

*Nijensohn*: Quiero destacar en esta comunicación dos aspectos de importancia edafológica. En primer término, que la producción del parral aumentó en un 300 % en correlación con la desalinización del suelo. El segundo aspecto involucra los datos a los que se refiere el análisis, que plantean una situación de salinidad sumamente grave en el año 1948; en ese año, en el suelo cultivado había una suma de 300 y más miliequivalentes de sales solubles por mil gramos de tierra, pero a pesar de ello, el parral aun cuando no tenía un aspecto vegetativo bueno, no moría y cuando se produjo la mejora por desalinización este parral pudo reaccionar. Ya veremos en un trabajo que presentaremos a la Comisión de Fertilidad y Nutrición Vegetal, que en suelos salinos y mientras las raíces no hayan llegado a la napa freática, el viñedo puede resistir altas concentraciones salinas. Por el contrario, en suelos poco salinos pero con raíces en la napa freática, el viñedo sufre disturbios muy graves.

*Kall*: ¿Se modificó algo el sistema de riego?

*De Sanctis*: No se ha modificado el sistema de riego, pero sí la calidad del agua con que se riega.

*Bellati*: ¿Ha habido una constatación más intensiva de la alteración de la textura a que hacen referencia en el trabajo? ¿No solamente referida a los 30 centímetros de ese perfil, sino también a otras muestras superficiales que permita certificar más esta alteración?

*Nijensohn*: No hay que considerarla una modificación genética del perfil; hubo un aporte exterior por las aguas de riego y esta distribución está en relación con la microtopografía del cultivo, es decir, se nota más en las cabeceras de los surcos de riego y va disminuyendo progresivamente a los pies.

Uno de los asistentes pide aclaración sobre estercoladuras.

*Nijensohn*: Las estercoladuras a que hizo referencia se practicaron aún en el año 1948, es decir que regularmente y siguiendo una práctica normal en la zona, cada cuatro o cinco años se agrega guano, de manera que no hay cambios en los tratamientos en lo relativo a estercoladuras.

*Pontussi*: Al parecer la causa principal ha sido la de que en el año 1948, con una napa freática de dos metros de profundidad y por ascención capilar, las raíces estaban prácticamente sumergidas en el agua, mientras en el año 1958, con la napa a cinco metros de profundidad, la ascención capilar no ha afectado en absoluto el sistema radicular.

*Nijensohn*: En el año 1948 la raíz no vivía en medio de la napa, porque si no hubieran ocurrido fenómenos de muerte de plantas; el sistema radicular, por suerte para la planta, no era muy profundo y la napa freática sólo mantenía la salinización del suelo.

*Pontussi*: La ascensión debe haber tenido importancia por tratarse de un horizonte arcilloso.

*Nijensohn*: Modernamente se ha modificado la importancia de la ascención capilar como proveedora de agua, considerándose que una napa freática a dos metros no influye mayormente en la zona radicular de esos primeros cincuenta centímetros en cuanto a provisión. Es muy grande la zona a que puede ascender, pero con movimiento tan lento, que no podemos hablar de raíces sumergidas en agua; para que la raíz esté en ambiente de napa tiene que estar en zonas prácticamente saturadas con agua de la napa.

*Guiñazú*: La concentración salina es siempre mucho mayor en la superficie por evaporación.

*Nijensohn*: En un equilibrio natural, en un clima árido donde no hay precipitación, la acción, aunque muy lenta, de la napa freática, cuando está a dos o tres metros, termina por manifestarse, pero en donde el riego tiene mayor influencia que el movimiento ascendente, se llega a la situación inversa; tanto es así, que de los análisis correspondientes se deduce que las capas profundas tienen mayor concentración salina que las superficiales, tanto en los análisis del 48 como en los del 59.

*Tschapek*: ¿Por qué no se aplicaba antes la desalinización?

*Nijensohn*: Porque la calidad del agua empleada era mala; hacemos mención en el trabajo que varió la calidad del agua.

*Tschapek*: Aunque el agua era de mala calidad, sin embargo creo que su contenido de sales era menor que el del suelo, de modo que podría haberse lavado.

*Nijensohn*: No tenían agua suficiente para ello.

## INFORME DE COMISIÓN

Los trabajos considerados por la Comisión fueron cinco. Si bien este número puede impresionar como que a esta especialidad de la Ciencia del Suelo no se le está prestando en el país una atención proporcionada a su importancia, ya sea como fuente de conocimientos básicos o como auxiliar útil para pronósticos e inducciones propias de las demás actividades, la Comisión no lo entiende así. En efecto, muchos trabajos girados a las otras Comisiones comprenden en conjunto una intensa actividad de esta especialidad e incluyen estudios de selección, adopción y aun de elaboración de métodos químicos de trabajo, aplicables a los casos particulares.

Se examinaron los siguientes trabajos:

1. L. Nijensohn y O. Pizarro: *Un procedimiento para la determinación del calcáreo activo, en suelos orgánicos.* Desarrollado para ser aplicado en la investigación del poder clorosante de esos suelos.

2. A. R. Paoli y M. S. Lurati: *Criterio metodológico en las técnicas químico-analíticas-instrumentales de los bioelementos oligodinámicos.* Contiene un estudio crítico de los métodos y de las técnicas analíticas disponibles para su determinación.

3. N. P. Maccarone: *Estudio de la agresividad del terreno de la Capital Federal.* Desde el punto de vista de su agresividad hacia los materiales de construcción.

4. L. Nijensohn y M. Avellaneda: *Determinación de sodio en aguas y suelos por fotometría de llama.* Se establecen las condiciones de funcionamiento del fotómetro de llama "Crudo-Caamaño" (de fabricación argentina) para su aplicación satisfactoria a la determinación de sodio en las aguas de riego y extractos acuosos de los suelos.

5. O. De Sanctis y L. Nijensohn: *Características y evolución de un suelo salino de San Juan e influencia en la producción del parral sobre él implantado.* Estudio analítico de un suelo salino de San Juan y la influencia sobre las características del parral que sostiene.

La Comisión cree conveniente hacer notar que un aspecto sobre el que no se recibieron comunicaciones, es el estudio de la composición química de las plantas en relación con los suelos que las sostienen, estudio que, en el caso particular de las forrajeras, es de suma importancia y actualidad, dada la necesidad impostergable de incrementar la producción de carne.

# SESIÓN DE LA COMISIÓN III. — BIOLOGÍA

*Presidente*: JORGE S. MOLINA
*Secretaria*: MARÍA A. S. DE RONDINI

## DISERTACIÓN DEL RELATOR, NORBERTO PALLERONI

INTRODUCCIÓN.

La biología de los suelos constituye un tema abrumador tanto por la extensión, que impediría su discusión en el tiempo que tenemos asignado los relatores, como por su enorme complejidad, que excede en mucho mi capacidad interpretativa. Por consiguiente, lo que va a continuación estará limitado a los aspectos más salientes del estado actual de la microbiología de los suelos. Éste es un propósito necesariamente unilateral, aunque tiene a su favor el hecho de que la microbiología del suelo es el aspecto que ha atraído más la atención de los investigadores, y el que, sin duda, presenta mayor interés e importancia.

La discusión seguirá el plan siguiente:

1) Métodos de estudio de la población microbiana;
2) Grupos de organismos que se encuentran en el suelo;
3) Avances recientes en el conocimiento de los distintos grupos microbianos;
4) Relaciones entre los seres que pueblan el suelo:
   *a*) Relaciones entre las raíces de las plantas y los microbios;
   *b*) Relaciones de los microbios entre sí;
   *c*) Efecto de la esterilización parcial del suelo.
5) El suelo como organismo viviente. Métodos de estudio y posibilidades futuras.

1) MÉTODOS DE ESTUDIO DE LA POBLACIÓN MICROBIANA.

Para estudiar la población del suelo hay dos tipos de métodos fundamentalmente distintos: la observación directa y el cultivo en medios artificiales. El primer tipo de métodos suministra datos de gran valor, a pesar de que en este aspecto de la microbiología, como en otros, se va dejando paulatinamente de lado. Al respecto, es interesante repetir algunos conceptos vertidos en una discusión ocurrida en el Rockefeller Institute for Medical Research, mencionada por P. W. WILSON en un excelente artículo sobre la fijación de nitrógeno atmosférico: "... el investigador moderno, preocupado por los aparatos complicados que son el detalle distintivo de la investigación moderna, no tiene paciencia para llevar a cabo las detalladas (y a menudo tediosas) observaciones que pueden ser el factor crítico en el análisis de las relaciones biológicas..." "...quizá el microscopio debería tomar de nuevo su lugar junto a los instrumentos más recientes como espectrofotómetros, columnas intercambiadoras de iones y contadores de Geiger en muchos laboratorios bacteriológicos en los cuales hoy no hace otra cosa que juntar polvo."

Hace cuarenta años, más o menos, CONN ideó un método de observación de las bacterias del suelo que a la vez permite el análisis cuantitativo. Ese método fue modificado por WINOGRADSKY, y en sus manos dio resultados excelentes. El principio introducido por CONN fue tan fértil que aún hoy aparecen modificaciones de la técnica primitiva. De las variantes primeras aplicadas al método interesa mencionar los métodos de observación de la población sobre un porta que ha quedado enterrado por un tiempo variable en el suelo, procedimiento que fue aplicado con muy buen resultado al estudio de algunos microbios de las aguas, particularmente a las bacterias con pedúnculo.

No hace mucho fueron introducidos refinamientos tales como el uso del microscopio de fluorescencia en combinación con los colorantes de la acridina, que tiñen en forma diferencial las células y las partículas de suelo. Otro método moderno es el de impregnación con una resina de poliéster, seguida de cortes, de modo similar a lo que se hace con las rocas. Este tipo de método da buenos resultados con los hongos y las actinomicetes, que se cuentan entre los microbios más difíciles de mantener en su disposición natural por los métodos de observación usuales.

Los métodos de cultivo tienen en principio la ventaja de permitir un conocimiento más acabado de la población del suelo, por cuanto a través del cultivo

pueden obtenerse más datos sobre cada especie presente en la muestra. No obstante, los métodos de cultivo adolecen de fallas graves cuando se usan para el estudio del número de gérmenes, sobre todo cuando se pretende obtener resultados con un solo medio que, a juicio de cada investigador, podría satisfacer los requerimientos de la mayoría de los microbios. Esa aspiración jamás ha sido cumplida hasta el presente, y es difícil pensar que en el futuro el recuento pueda ser simplificado hasta ese extremo. El que desee conocer a fondo las críticas a esos métodos no puede hacer cosa mejor que leer la insistente prédica de los trabajos de WINOGRADSKY. Este autor llamó la atención sobre el hecho de que todo cultivo en medios de laboratorio implica una adaptación (concepto que luego no sólo fue corroborado, sino ampliado brillantemente) y bregó por el uso de procedimientos que implicaran la menor modificación posible de las condiciones que el microbio encuentra en el suelo.

### 2) GRUPOS DE ORGANISMOS QUE SE ENCUENTRAN EN EL SUELO.

Los métodos de cultivo, a pesar de sus importantes desventajas, son los únicos que han permitido un conocimiento de la composición cualitativa de la población microbiana del suelo y han revelado la formidable complejidad de la misma. En este punto es de interés también comenzar con los datos que ha aportado el estudio microscópico. Las observaciones de WINOGRADSKY, descriptas con todo detalle, difícilmente podrían haber servido por sí solas para dar una idea de la variedad de microorganismos del suelo. Es preciso mencionar que cuando se cuentan los microbios del suelo por el método microscópico, los números son mucho más elevados que cuando se efectúa un recuento de las colonias que se forman en un medio de cultivo sólido. El método microscópico revela números hasta 10 veces mayores. A pesar de esa diferencia, la imagen microscópica muestra muy pocas formas diferentes. WINOGRADSKY estudió suelos de muy distinta procedencia y encontró que raramente se ven células sueltas. Los microbios están agrupados en microcolonias, y cada microcolonia tiene el aspecto de ser pura. En época reciente se ha procedido a aislar células de distintas microcolonias, y el cultivo demostró que en su mayoría se trataba de Proactinomicetas. La conclusión de este hallazgo es que muy probablemente las Proactinomicetas desempeñan un papel de importancia en la lenta descomposición del humus.

Lo interesante de las observaciones de WINOGRADSKY es que la mayoría de las microcolonias contienen células esféricas o cocoides. También se observan microcolonias de bastones, pero raramente aparecen espirilos, que deben ser considerados como microbios de hábito acuático definido. Llama la atención la escasez de esporulados en las tierras estudiadas, que han sido elegidas entre las que no habían recibido abonos por muchos años. Los esporulados pueden estar asociados íntimamente a los restos vegetales por su capacidad de atacar la pectina, el almidón y otras sustancias insolubles de las plantas.

Tierras de muy diferentes procedencia eran esencialmente similares en cuanto al aspecto microscópico. Esta afirmación no ha sido desmentida hasta el presente, aunque tampoco ha sido apreciada en su justo valor. No obstante la similitud de las formas observadas en mayor proporción, cuando se agrega al suelo determinadas sustancias y luego de un cierto tiempo se hace el análisis microscópico, la imagen varía fundamentalmente. Así, si se agrega un poco de peptona, hay un desarrollo explosivo de esporulados y no hay campo microscópico donde no estén presentes. Luego desaparecen, para dejar de nuevo una imagen similar a la descripta anteriormente.

Las observaciones microscópicas de los preparados de suelo han servido de base a la idea, desarrollada principalmente por ROSSI, y esbozada años antes por CONN, de que los microbios de las microcolonias se hallan a la espera de condiciones favorables para multiplicarse activamente. Esta idea es más apropiada que la de una lucha continua por la sobrevivencia, y permite interpretar mejor diversos fenómenos que dependen de la actividad biológica del suelo.

Otra conclusión de los estudios microscópicos es que el suelo en cierto modo uniformiza la morfología de muchos microbios que en cultivo son claramente distintos. Aunque muchas de las células cóccicas observadas por WINOGRADSKY pueden asignarse al género *Azotobacter*, la evidencia indica que éste no es tan frecuente en el suelo como para considerárselo un habitante normal.

Los microbios que se encuentran en el suelo pertenecen a muy distintos grupos. Hay bacterias, virus, hongos, actinomicetas, algas, y animales inferiores. La fauna del suelo incluye también algunos mamíferos. Las bacterias dominan al resto de los

seres en número. Son también las que llevan a cabo las transformaciones de mayor importancia, por lo menos para la agricultura. De ellas nos ocuparemos en lo que sigue, pero ahora daremos una breve referencia a los conocimientos actuales sobre los otros microbios.

Los taxónomos ubican a las actinomicetas entre los hongos y las bacterias. Esa ubicación se refleja paradójicamente en los resultados de muchos recuentos, porque se tiene buena evidencia que indica que muchos datos pueden ser erróneos porque se ha contado hifas de actinomicetas como si fueran hongos, y algunas veces esporas de actinomicetas como bacterias cóccicas. Algunos autores señalan que los datos que poseemos acerca del número de actinomicetas en el suelo son poco seguros porque las esporas difícilmente dan buenas suspensiones y los números que revelan los análisis corrientes son ciertamente inferiores a los reales. El censo, por lo tanto, es todavía incompleto. Las actinomicetas seguramente cumplen en el suelo funciones de importancia, dada su resistencia a condiciones adversas, sus pocas exigencias nutritivas y su vigoroso metabolismo oxidativo. El grupo ha recibido en los últimos tiempos una atención preferente porque entre sus representantes hay un buen número de productores de antibióticos. Esta propiedad seguramente los señala como organismos que intervienen activamente en el equilibrio de la composición de la flora microbiana de los suelos.

Los hongos también tienen una gran difusión en el suelo, y aventajan a las actinomicetas en cuanto a su tolerancia por medios ácidos. Estudios realizados en Rusia en los últimos tiempos indican que el encalado de los suelos aumenta el número de actinomicetas y disminuye el de los hongos. Los hongos además se extienden a las zonas frías, mientras las actinomicetas prefieren los climas templados. Desde hace pocos años se viene señalando el hecho de que los hongos se observan en el suelo especialmente al estado esporulado, y cuando hay órganos vegetativos, éstos dan la impresión de hallarse muertos total o parcialmente. Tendremos oportunidad de hablar de nuevo de este fenómeno cuando mencionemos las actividades microbianas en la rizosfera.

Los hongos que predominan en el suelo son en general las Ficomicetas y las Moniliáceas. En los suelos forestales se encuentran Basidiomicetas con frecuencia. Nuestros conocimientos sobre el número y la naturaleza de los hongos en el suelo, no han progresado mucho desde la afirmación de WAKSMAN, hecha hace unos cuarenta años, de que Ficomicetas y *Penicillium* son comunes en los suelos fríos, *Aspergillus* en los templados, y *Tricoderma* en los suelos forestales. WAKSMAN también introdujo la idea de que los hongos muy difundidos deben ser considerados como ''habitantes normales'', y que los que se limitan a zonas determinadas, son ''invasores'', a la espera de una oportunidad para desarrollar. Evidentemente, entre los invasores están los parásitos de vegetales.

También se ha señalado que como consecuencia de la elevada eficiencia que tienen los hongos en la utilización del carbono, inmovilizan temporariamente el nitrógeno del suelo, cuya utilización va aparejada a la del carbono. Ese nitrógeno es luego liberado en una forma que evoluciona rápidamente a nitrógeno asimilable.

En cuanto a las algas, aún no tenemos datos relativos a la relación entre el tipo de suelo y las especies presentes. Ha causado curiosidad encontrar algas en profundidad, donde no llegan los rayos solares, y se pensó que allí funcionaban como heterótrofos, utilizando fuentes orgánicas de carbono. Aún cuando ello es posible, su presencia en horizontes inferiores parece ser un accidente del arrastre por las aguas. Las algas que se encuentran preferentemente en la superficie de los suelos asoleados y húmedos, predominan en primavera y otoño. Son organismos a los cuales se ha asignado importancia en la formación del suelo. En experiencias efectuadas hace muchos años en los suelos volcánicos de los alrededores del volcán Krakatoa, se ha visto que la repoblación de esos suelos ofrecía una sucesión de organismos que comenzaba por las algas azul-verdes, seguía con otras algas, especialmente las verdes, y continuaba con hepáticas y helechos, lo cual es una secuencia similar a la que plantea la evolución biológica. Está de más mencionar que las algas azul-verdes fijan nitrógeno atmosférico, y que esa función es de importancia en suelos anegados, como aquellos en los que se cultiva arroz. En estos suelos las algas también contribuyen a la aereación por el desprendimiento de oxígeno durante la fotosíntesis. Otro dato moderno es que la fijación de nitrógeno por estos organismos ocurre entre pH 6 y 9.

No hay muchas novedades en relación al conocimiento de los protozoarios del suelo. Su desarrollo

depende de la cantidad de agua, porque la necesitan para su movilidad. Se sabe que su alimento principal son las bacterias, pero lo interesante es que prefieren algunas especies a otras. Parecen no gustar en absoluto de las bacterias que producen pigmentos y en especial, de las que dan pigmentos fluorescentes. Evidentemente, esta selectividad de los protozoarios debe tener consecuencias importantes en cuanto al equilibrio biológico que se establece en la población del suelo.

Todavía no existe un buen método para el recuento de los protozoarios del suelo. Por otra parte, un recuento tendría un valor muy relativo, ya que el número parece variar enormemente de día a día. El consumo de bacterias tiene que ser, por fuerza, muy grande cuando están en plena actividad, pero es muy difícil darse cuenta de las variaciones en el número de bacterias, o tratar de relacionar estas variaciones con el número de protozoarios presentes, por cuanto la alimentación de éstos es selectiva y las especies no consumidas pueden aumentar y compensar los números totales. Es muy posible que los protozoarios puedan modificar la microflora del suelo, pero hoy se duda que tengan en ese aspecto una importancia tan grande como la que les atribuyó RUSSELL en sus clásicas experiencias sobre el efecto de la esterilización parcial del suelo.

Con las abonaduras orgánicas, los protozoarios aumentan en número, y su aumento puede llegar a enmascarar el efecto que esas abonaduras tienen sobre el número de bacterias.

### 3) AVANCES RECIENTES EN EL CONOCIMIENTO DE LOS DISTINTOS GRUPOS MICROBIANOS.

Si tratamos de valorar el estado actual de nuestros conocimientos acerca de los grupos microbianos que llevan en el suelo distintas transformaciones, estamos obligados a admitir que por un lado, el avance ha sido muy irregular; determinados grupos han recibido una atención muy especial, mientras otros han quedado relegados poco menos que al olvido. Si luego tomamos los grupos bien estudiados en estos últimos tiempos, veremos que la inmensa mayoría de las observaciones han sido realizadas con cepas cultivadas en ambientes que no son el suelo, y que por lo general difieren fundamentalmente de las condiciones que prevalecen en el mismo. WINOGRADSKY insistió sobre la necesidad de respetar las condiciones naturales tanto como fuera posible, si se deseaba luego extrapolar los resultados a lo que ocurre en la naturaleza. Pero no sabemos hasta qué punto puede continuarse avanzando de esa manera. El suelo es un sistema enormemente complicado y muy poco conocido todavía. Trabajar en las condiciones mismas del suelo implica utilizar una ecuación con numerosas incógnitas, y necesariamente debemos simplificar el sistema si deseamos sacar conclusiones de algún valor. Pero también es cierto que una vez estudiado el sistema simple, debe retornarse al complejo y comprobar si allí ocurren las mismas cosas que las que se han observado en el laboratorio. Esta fase ha dejado de cumplirse en muchos aspectos de la microbiología del suelo en los cuales ya se ha adquirido el conocimiento preliminar.

En los últimos tiempos, y como consecuencia del principio de la bioquímica comparada, enunciado y desarrollado brillantemente por KLUYVER, el bioquímico ha recurrido al suelo con frecuencia cuando se proponía estudiar la descomposición de tal o cual sustancia orgánica. Es posible que esa operación se repita varias veces en el año en distintas partes del mundo, ya que el bioquímico se ha acostumbrado a considerar al suelo como la fuente de microbios más variada desde el punto de vista metabólico. Si bien esos estudios tienen una importancia indiscutible desde el punto de vista bioquímico, no han contribuído mayormente a nuestro conocimiento del suelo, porque generalmente los microbios aislados son sometidos a condiciones muy diferentes de las del suelo, y porque se les hace utilizar sustancias que tienen escasa importancia en ese medio e implican el funcionamiento de mecanismos metabólicos de relativo valor en la vida normal de los organismos estudiados.

Los grupos de microbios de importancia agrícola que han recibido preferente atención son los que intervienen en el ciclo del nitrógeno, y particularmente, los fijadores de nitrógeno y las bacterias de la nitrificación. Los denitrificadores y los amonificadores han sido mucho menos estudiados, especialmente estos últimos.

Pero antes de entrar a considerar los microbios del ciclo del nitrógeno, pasaremos revista rápida a algunas investigaciones realizadas con otros grupos. Entre los organismos que mejoran la estructura del suelo, han sido estudiadas diversas bacterias y hongos. En algunos casos se ha encontrado que el agregado de ciertas sustancias mejoradoras de la

estructura estimulaban el desarrollo de microbios que también contribuían a esa acción, de modo que el mejorador tiene un doble efecto en esos casos. Algunos autores han sugerido que la producción de sustancias mucilaginosas por las bacterias del suelo implica ventaja para el microbio, porque la cápsula permite concentrar determinados iones indispensables para la nutrición de las células.

En el conocimiento del papel desempeñado por los microbios en el ciclo de algunos elementos, se ha trabajado últimamente sobre aspectos relacionados con la intervención de microbios en la asimilabilidad del hierro, en la acción solubilizante de algunas especies sobre el fosfato de calcio, y sobre el ataque de compuestos inorgánicos de azufre. No obstante, no es mucho lo que se agrega con estas investigaciones a los conocimientos ya clásicos al respecto.

El uso creciente de compuestos orgánicos de síntesis para fines terapéuticos, ha estimulado un grupo de trabajos relacionados con el destino que las diversas sustancias encuentran finalmente en el suelo. La gran mayoría se destruye al cabo de un tiempo relativamente corto, y en casi todos los casos, por vía biológica. Muchas no alteran el equilibrio biológico del suelo, pero en algunos casos tanto la droga como los agregados (por ejemplo, sustancias tensioactivas) que favorecen su acción, pueden resultar altamente perniciosas para algunos microbios de importancia agrícola. Podríamos decir que el uso de esos agentes agrega un nuevo aspecto al viejo problema de la esterilización parcial del suelo.

Los trabajos publicados sobre destrucción de sustancias orgánicas de síntesis por microbios del suelo son, en su mayoría, incompletos desde el punto de vista bioquímico, pero en general cumplen con los requisitos del fin práctico inmediato, al señalar los riesgos que se presentan en algunos casos por la aplicación sin control de determinados compuestos. Es muy deseable que esos estudios se realicen en el futuro mediante la técnica de percolación, que es la más racional cuando se trata de estudiar el "metabolismo" del suelo como si fuera un organismo viviente único.

En lo que respecta a la descomposición de sustancias naturales, no parece haber habido mayor interés por parte de los investigadores. Por ejemplo, las bacterias de la celulosa han sido bastante olvidadas. Se han señalado diversas bacterias activas en la descomposición de lignina, que era hasta no hace mucho atribuída casi exclusivamente a los hongos. Entre los grupos señalados en esa actividad sobresale el género *Pseudomonas,* que por otra parte era conocido ya por su capacidad de oxidación de compuestos aromáticos. En la destrucción de pectina se observa que el primer microbio que predomina en muchos casos es el hongo filamentoso *Pullularia pullulans.*

Pasemos ahora a las bacterias que intervienen en el ciclo del nitrógeno. Como dijimos, los aspectos a los cuales se ha dado mayor atención son la fijación de nitrógeno y la nitrificación. La amonificación es uno de los temas que debería ser estudiado con los métodos modernos, porque si bien ha habido aportes de gran importancia en el campo de la degradación de proteínas, péptidos y aminoácidos, el avance ha surgido como consecuencia de estudiar bacterias y hongos de muy diverso origen, y no sólo microbios del suelo. Algunos trabajos han aclarado que parte del amoníaco puede provenir de las siguientes fuentes: la quitina de los hongos y de los insectos; los nitratos, a través de la denitrificación causada por bacterias del tipo de *Bacillus licheniformis;* y finalmente, la acción de los fijadores de nitrógeno, en cuyo metabolismo el amoníaco es un intermediario. Aunque no es muy probable que esta fuente sea muy importante, algunas experiencias hechas con nitrógeno isotópico indican que parte del nitrógeno fijado aparece poco después como nitrato.

En la denitrificación se destacan las investigaciones de VERHOEVEN en el laboratorio de Delft. Este autor postula el siguiente esquema metabólico: el nitrato sería reducido a nitrito y éste a nitroxilo. En algunas bacterias (*Bacillus licheniformis*) este último intermediario hipotético sería reducido a hidroxilamina y una nueva reducción daría amoníaco. En otras bacterias (*Bacillus nitroxus*), nitroxilo se dimerizaría a ácido hiponitroso, y éste daría agua y óxido nitroso, uno de los productos finales característicos de la denitrificación. Finalmente en otro grupo (*Pseudomonas aeruginosa, Micrococcus denitrificans*) hay producción de nitrógeno gaseoso como producto final. Éste puede provenir directamente de nitroxilo, del ácido hiponitroso, o, lo que es más probable, del óxido nitroso. Es decir, estas especies agregan al esquema cumplido por *Bacillus nitroxus* un paso más: la reducción del óxido nitroso a nitrógeno gaseoso. Al pri-

mer tipo de procesos (la conversión de nitratos en amoníaco), se ha dado el nombre de "nitrate-ammonification" (amonificación a partir de nitratos) y es un proceso que no es inhibido por la aereación. Este punto es de importancia, porque hasta no hace mucho se sostenía que la denitrificación era un proceso esencialmente anaerobio. Verhoeven calcula que alrededor del 30 por ciento de los fertilizantes nitrogenados se pierde por la denitrificación.

El proceso de la amonificación a partir de nitratos es exactamente el reverso de la nitrificación, por lo menos en cuanto a la etapa inicial y la final. Se cree, además, que estos procesos tienen mucho en común en cuanto a los sistemas enzimáticos que intervienen. El paralelo es muy interesante, y la influencia de la materia orgánica, indispensable en la denitrificación e indeseable en la nitrificación, y del oxígeno que desfavorece la denitrificación y es esencial para la nitrificación, son puntos muy sugestivos.

Otros estudios han demostrado que la fuente del nitrógeno gaseoso producido en el suelo son los nitratos, y no la reacción entre las aminas primarias (como los aminoácidos) y los nitritos.

Alrededor de las bacterias de la nitrificación y del *Azotobacter* ha ocurrido la mayor concentración de los trabajos sobre los microbios del ciclo del nitrógeno, y en general, de las bacterias del suelo. El estudio de los nitrificadores ha sido amplio, pero todavía se ignoran aspectos muy fundamentales de su fisiología. La dificultad mayor consiste en hacerlos desarrollar en cultivo puro en cantidades apropiadas para los estudios enzimáticos.

Los nitrificadores parecen preferir los suelos con poca vegetación, porque son inhibidos por sustancias de la rizosfera de muchas plantas. Con respecto a otras plantas, parecen ser indiferentes, y hasta ahora no hay ningún caso bien probado de aumento de la población de nitrificadores en la rizosfera de ninguna planta. El mejor método de estudio del número de nitrificadores parece ser el primitivo método de las diluciones, es decir, el método de calcular el número de nitrificadores en un suelo en base a la mayor dilución que causa nitrificación en un medio líquido. Muchos autores (especialmente los ingleses) prefieren esta técnica, y afirman que muchas playas que aparecen sobre las cajas de gel silícica con el enduído de carbonato no corresponden a nitrificadores. En cuanto se refiere a la capacidad de nitrificación del suelo, el mejor procedimiento es el de percolación, si la estructura del suelo tolera el tratamiento en el aparato.

Algunos conocimientos importantes de estos últimos tiempos sobre la fisiología de los nitrificadores pueden ser resumidos en lo que sigue:

1) La hidroxilamina parece intermediario en la oxidación de amoníaco a nitrito, y la reacción es bloqueada por la hidracina.

2) La oxidación de los nitritos por Nitrobacter es inhibida por clorato y por cianato.

3) Los nitrificadores tienen sistema de citocromos con varios citocromos diferentes.

4) Nitrosomonas y Nitrobacter tienen en su composición unos 18 aminoácidos distintos. No poseen alfa-epsilon-diaminopimélico, el nuevo aminoácido descubierto en algunas bacterias.

5) Entre los azúcares que intervienen en la composición de las células hay galactosa, ribosa, ramnosa y xilosa. Es muy interesante que no se haya encontrado glucosa.

6) La relación nitrógeno oxidado/carbono asimilado aumenta a medida que el cultivo envejece. Este fenómeno ha sido explicado de dos maneras: algunos autores suponen que el nitrito acumulado actúa como tóxico, y hay un gasto de energía para su expulsión. Otros investigadores dan una explicación tal vez más satisfactoria, pues piensan que las células pierden algunos compuestos carbonados como consecuencia del envejecimiento.

7) Algunos autores afirman que los nitrificadores no requieren hierro para la oxidación de los compuestos inorgánicos de nitrógeno, aunque necesitan el elemento para la multiplicación. De confirmarse esta hipótesis, de ella se desprendería que los citocromos no intervienen en la oxidación de amoníaco o de nitrito, y sólo actuarían en la respiración de otras sustancias.

8) La oxidación del ion amonio es más efectiva cuando éste está adsorbido en el complejo coloidal que cuando está libre en solución; así, el agregado de suelo esterilizado a un percolador, aumenta la velocidad de nitritación. A esta conclusión se oponen algunas investigaciones recientes.

9) Todavía permanecen ignorados, a pesar de numerosos esfuerzos, los factores de crecimiento que pueden requerir los nitrificadores para desarrollar.

Un dato de interés para los que se dedican al

aislamiento en cultivo puro de los nitritadores es que el agregado de borato de amonio inhibe el desarrollo de Nitrobacter, un contaminante común y molesto.

En el conocimiento de las formas descriptas por WINOGRADSKY, es de interés mencionar que en la Argentina volvió a ser observada *Nitrosospira,* rara espiroqueta de los suelos pobres y fríos.

En la fijación de nitrógeno atmosférico debe admitirse que las experiencias de campo son contradictorias, y demuestran lo peligroso que es extrapolar en este terreno a partir de las experiencias de laboratorio. Algunos autores piensan que la fijación no simbiótica no tiene importancia práctica. Sin embargo, queda en pie el hecho de que los campos sin leguminosas aumentan el tenor de nitrógeno y de que, según se ha probado hace poco, no existe fijación de nitrógeno por acción de las radiaciones.

La fijación de nitrógeno se supone debida a un mecanismo básico común para los distintos organismos, a pesar de que la fisiología de éstos difiere a veces fundamentalmente. Acostumbrados a que muchas veces los fenómeno naturales ocurrieran de acuerdo a la manera gradual de los espectros, los investigadores establecieron que *Azotobacter* y *Nostoc* eran similares por su metabolismo aerobio, luego de lo cual se sintieron incómodos porque ignoraban la contraparte de *Clostridium* como fijador anaerobio. Accidentalmente, como sucede con frecuencia, se encontró que las baterias fotosintéticas (*Rhodospirillum rubrum*) eran también capaces de fijar nitrógeno. Así se tienen los dos reversos fotosintéticos, el aerobio y el anaerobio. Como dijimos, las investigaciones acerca del mecanismo químico de la fijación han llegado a la hipótesis de que la misma obedece a un plan básico en todos los organismos fijadores. Por largo tiempo, la escuela finlandesa y la de Wisconsin sostuvieron una polémica acerca de si era el amoníaco o la hidroxilamina el intermediario más importante. Sin entrar a discutir estas hipótesis, diremos que la del amoníaco está un poco mejor fundada, ya que la de la hidroxilamina sólo tiene a su favor las experiencias derivadas del descubrimiento fundamental de VIRTANEN de que las leguminosas excretan aminoácidos por las raíces. El principal de esos aminoácidos es el ácido aspártico, y VIRTANEN asoció este hallazgo al hecho de que la reacción entre hidroxilamina y oxaloacético para dar aspártico es más rápida que la que ocurre entre hidroxilamina y alfa-ceto-glutárico para dar glutámico. Ésta no parece una hipótesis muy convincente hoy en día. No obstante, hoy se ha llegado a una especie de transacción que deja conforme a las dos escuelas, y se supone que el nitrógeno pasa a una especie de hidrato, que luego puede ser oxidado a ácido hiponitroso o reducido a hidroxilamina. Ésta, por reducción, daría amoníaco. Tanto hidroxilamina como amoníaco pueden dar origen a aminoácidos, mientras el ácido hiponitroso puede dar óxido nitroso. A partir de la hidroxilamina también puede llegarse a ácido nítrico. La hidroxilamina aparece en este esquema en un lugar privilegiado, pero WILSON señala que experiencias con *Azotobacter* indican que puede llegarse directamente a amoníaco sin pasar por hidroxilamina. Esta sustancia podría ser el substrato de reacciones catalizadas por la hemoglobina que, como está en los nódulos, se tiende a considerarla como importante en el mecanismo de la fijación.

Es preciso reconocer que el género más mimado de la bacteriología agrícola ha sido el *Azotobacter.* Pero también hay que hacer notar aquí, como impresión general que refleja la literatura, que al mismo tiempo que ha crecido el interés por este género, ha aumentado también entre los autores el escepticismo por la importancia que puede tener en condiciones naturales. En muchos análisis microbiológicos del suelo se halla ausente, aunque, a la luz de las observaciones realizadas en la Argentina, sería necesario reinvestigar su frecuencia a distintas profundidades de suelo.

Según los ingleses, el recuento de *Azotobacter* por el método de las placas de sílico-gel presenta dificultades. En los suelos que tienen *Azotobacter,* dicen, cada granito de tierra depositado sobre la gel da una colonia. Esto evidentemente refleja la necesidad de un buen método de dispersión, y también alguna forma de difundir el trabajo realizado en la Argentina sobre el particular.

En Rusia ha tomado interés en estos últimos años el problema de tratar de inocular *Azotobacter* a fin de mejorar las condiciones del suelo. Los resultados no son uniformes, y tal vez los fracasos se deban al uso de cepas de colección y los éxitos, por lo menos en parte, a la presencia de sustancias en las suspensiones que pueden actuar como fertilizantes.

Es curioso que cuando se purifica un cultivo de *Azotobacter,* la fijación de nitrógeno disminuye considerablemente, para subir luego gradualmente. La explicación probable de este fenómeno es que los

contaminantes (especialmente un pequeño bastoncito móvil) producen algún factor necesario para la fijación, y que *Azotobacter* luego se adapta a producirlo por sí mismo en los medios pobres en nitrógeno y en ausencia de otras bacterias.

*Azotobacter* parece presentar un buen número de formas fisiológicas diferentes. De ellas, las que resisten los suelos ácidos tropicales, han sido separadas en el género *Beijerinckia*. Este nuevo género difiere también de *Azotobacter* porque sus células son más pequeñas. Parecen buenas las razones alegadas para la creación del género. La distribución de *Beijerinckia* parece estar restringida a los suelos tropicales, aunque hay una referencia acerca de su presencia en suelos volcánicos del Japón. Es interesante hacer notar que ha sido hallada en hojas de plantas de Indonesia, y que por consiguiente, las mismas constituirían un elemento importante de la fertilización natural de los suelos respectivos.

Trabajos realizados en la Argentina con *Azotobacter* han llevado a conclusiones que han suscitado interés. Para resumir brevemente el punto que discutiremos, partiremos de la idea corriente, que considera a *Azotobacter* como una bacteria típicamente aerobia. Abona en favor de esta idea el hecho de que *Azotobacter* respira con una intensidad considerable, dando valores de $Qo_2$ que en algunos casos van de 4000 a 5000, valores excepcionales aún para aerobios absolutos. *Azotobacter* posee, en consecuencia, las enzimas características de la vida aerobia, y en muchos casos (por ejemplo, en las oxidasas de los nucleótidos de piridina) constituye la mejor fuente de algunas de esas enzimas. *Azotobacter* desarrolla bien en superficie, y todas las pruebas permiten ubicarlo dentro de los aerobios sin ninguna duda. Es decir, sin ahondar mucho la cuestión, porque hace unos 15 años se ha publicado un trabajo en el que se da evidencia de que en tensiones bajas de oxígeno el *Azotobacter* respira con un cociente respiratorio muy superior a la unidad, es decir, hay evidencia de que puede llevar a cabo un tipo de energesis fermentativa.

También en trabajos realizados hace años, se ha encontrado que la fijación de nitrógeno puede ser más efectiva a bajas tensiones de oxígeno. Los resultados han sido objetados, porque han sido obtenidos con células que habían desarrollado en atmósfera de aire, y luego puestas en recipientes de respirómetro cuya atmósfera era lavada con una mezcla de gases pobre en oxígeno. Aparentemente, el lavado de los gases era incompleto. Pero de cualquier modo, sea o no más efectiva la fijación a baja tensión de oxígeno, el hecho es que parece estar definitivamente comprobada. Por otra parte, es fácil aceptar que el proceso de la fijación en sí pueda realizarse en anaerobiosis, ya que el pasaje del nitrógeno a la forma orgánica implica una reducción.

En la Argentina se ha estudiado la relación entre la cantidad de materia orgánica disponible para la nutrición del *Azotobacter*, y la profundidad preferida por las células para su proliferación. Tanto los estudios *in vitro* como las observaciones en el terreno indican que cuando el medio contiene poca cantidad de material energético las células prefieren regiones poco oxigenadas; es decir, parece haber una relación C/O constante dentro de ciertos límites. Eso lleva a los autores a poner en tela de juicio la aerobiosis de *Azotobacter*. Con esta conclusión no podemos estar totalmente de acuerdo, por cuanto lo de aerobio o anaerobio es materia de convenciones.

A este respecto es interesante mencionar un artículo publicado como resultado de una discusión de mesa redonda en una de las reuniones de la Sociedad de Bacteriólogos Americanos. En el artículo se define a las bacterias aerobias como aquellas capaces de desarrollar en la superficie de un medio sólido simple expuesto al aire, y las anaerobias serían las que son incapaces de hacerlo. Las discusiones de esa mesa redonda reflejan claramente lo artificial de esa clasificación, por la disparidad de criterios de los investigadores que intervinieron en las mismas.

Si aceptamos esa definición de aerobio, es completamente seguro que *Azotobacter* pasa la prueba, y que muy pocos otros aerobios son capaces de dar un examen tan brillante. Por otra parte, si se toma cualquier aerobio y se lo somete a medios de cultivo con poca materia orgánica utilizable, puede que le suceda aproximadamente lo mismo, como ha sido demostrado claramente para algunos de los más típicos. En resumen, lo de aerobio o anaerobio o sus grados intermedios, son simplemente convenciones, y las convenciones, desgraciadamente, son un medio muy útil para que nos entendamos. Es poco afortunado que la gente que ha ideado la convención que mencionamos más arriba haya usado un término tan vago como el de "medio sólido simple".

La composición enzimática de *Azotobacter* es, como dijimos, característica de las células aerobias. Se me podría objetar que tiene algunas enzimas, como la hidrogenasa, que son raras en los aerobios, y

por el contrario, se encuentran en muchos anaerobios; pero del mismo pueden mencionarse ejemplos como el de la presencia de catalasa en *Propionibacterium,* sin que nadie se anime por ello a rotularlo de aerobio.

En este problema, como en otros de la microbiología del suelo, lo más conveniente es tratar de volver a las condiciones del suelo. Habría que probar la intensidad de la fijación en el suelo por obra de *Azotobacter* a distintas profundidades. Pero si se tratara de razonar solamente, hay otros argumentos que deben se puestos en juego. Por ejemplo, el hidrógeno gaseoso es inhibidor de la fijación de nitrógeno. WAKSMAN cita cifras de hasta 6,5 por ciento de hidrógeno en la atmósfera de suelos anegados. Uno se pregunta qué sucede con *Clostridium,* que es un anaerobio, y que por añadidura produce hidrógeno a partir de los azúcares. Lo cierto es que el sistema fijador de *Clostridium* e inenible al hidrógeno, y ésa es una de las diferencias con la fijación por *Azotobacter.* Otro factor que hay que tener en cuenta es que el óxido nitroso, producto de la denitrificación, también es un inhibidor de la fijación. Es cierto que estas inhibiciones pueden no ser de importancia en la práctica, pero no hay que dejar de lado la posibilidad de que ocurran, porque esos gases son parte de los componentes de la atmósfera del suelo en profundidad.

*Clostridium* ha sido mucho menos estudiado que *Azotobacter,* aunque parece ser considerablemente más frecuente. Su eficiencia depende del medio, y según los cálculos, aparece como mayor que la de *Azotobacter.* Por un lado hay que considerar que *Clostridium* deja productos que contienen considerable cantidad de energía, es decir, su aprovechamiento de la glucosa es menor. Haciendo las correcciones correspondientes, su eficiencia se equipara o supera a la de *Azotobacter.* A esto hay que sumar que en los últimos tiempos se ha determinado que la presencia de ciertos factores orgánicos hacen que *Clostridium* supere considerablemente a *Azotobacter* en eficiencia. Otro dato de interés de estos últimos años es que *Clostridium* puede resistir la presencia de aire cuando dispone de nitrógeno combinado. Por consiguiente, puede actuar como fijador en las capas superficiales del suelo cuando las condiciones se tornan anaerobias por exceso de agua.

De los otros fijadores conocemos muy pocos datos. Las algas verdiazules pueden fijar nitrógeno. Algunas de esas algas pueden ser consideradas como organismos intermedios entre los libres y los simbióticos, porque en algunos casos, pueden vivir en forma simbiótica en líquenes y en las *Cycas.* El uso de nitrógeno isotópico ha permitido agregar a la lista de los fijadores algunas levaduras del suelo, *Chromatium, Pseudomonas, Achromabacter, Nocardia* y *Aerobacter aerogenes.* Pero por lo común, estos organismos fijan muy poco nitrógeno y no se les puede atribuir mucha importancia en esa función en la naturaleza.

4) RELACIONES ENTRE LOS SERES QUE PUEBLAN EL SUELO.

A) *Relaciones entre las plantas y los microbios.*

Aparte de los problemas que plantea la patología vegetal en los cuales el suelo puede llegar a tener una importancia muy grande como albergue de organismos patógenos, existen una serie de relaciones entre las plantas y los microbios del suelo, algunas bien definidas, y más o menos bien estudiadas; otras, conocidas sólo vagamente.

El caso mejor estudiado de las asociaciones beneficiosas es el de *Rhizobium* con las leguminosas. No entraremos en detalle porque el caso es bien conocido por todos. Pero en los últimos estudios sobre la fijación de nitrógeno, el microbio ha sido relegado a segundo término como material para estudiar la bioquímica del proceso porque, como bien se sabe, no hay fijación en cultivo puro. Para estudiar la fijación hay que recurrir al complicado sistema planta-microbio, con todos los inconvenientes que tiene tanto desde el punto de vista experimental como para la interpretación de los resultados. Por otra parte, todavía no se ha definido bien el aspecto de la especificidad, y la clasificación de los distintos grupos de cepas (o, como lo quieren algunos, de especies) en base a los grupos de plantas huéspedes, se vuelve día a día más artificial y más llena de excepciones.

Algunos detalles del sistema simbiótico siguen siendo misterios profundos. Como dijimos, los elementos del sistema son incapaces de fijar nitrógeno por separado. La asociación es tan delicada que una vez separado el nódulo deja de fijar nitrógeno y han fallado hasta ahora todos los intentos de hacerle recuperar esa propiedad.

El uso de cultivos de *Rhizobium* en la práctica es uno de los pocos casos en que se tiene éxito con la inoculación de microbios del suelo. La diferencia con otros intentos de introducir cepas beneficiosas de

microbios se debe, en gran parte, al hecho de que *Rhizobium* entra a un medio, la raíz, que ya lo pone a cubierto de la competencia elevada que existe en el suelo. Sin embargo, las cosas no son tan sencillas. Así, en trabajos realizados con distintas especies del género *Trifolium* se ha visto que las cepas efectivas hacia una de las especies pueden ser total o parcialmente efectivas hacia otra. Y lo que es más grave es que la inoculación con la cepa microbiana efectiva a veces significa una competencia con las que no lo son en cuanto al desarrollo en el suelo y a la formación de nódulos. Eso hay que tenerlo en cuenta cuando se hacen inoculaciones y también para explicar algunos fracasos de tal práctica. Las cepas inefectivas pueden formar nódulos, pero la capacidad de fijación de éstos es casi nula. Una raíz que tiene nódulos inefectivos puede ser invadida por bacterias efectivas hasta cierto límite, y hay que considerar que el número de bacterias que uno introduce con la semilla puede ser muy inferior al de las células de cepas inefectivas ya presentes en el suelo. En otras palabras, la formación de nódulos luego de la inoculación no indica que ésta ha sido exitosa.

Las plantas alteran las condiciones del suelo en la vecindad de las raíces en esa zona que desde principios de siglo se denomina rizosfera, y que todavía no se conoce sino muy superficialmente. La rizosfera, o zona de influencia de las raíces, comprende un volumen de suelo de dimensiones indefinidas, comprendido entre la inmediata vecindad de las raíces y una distancia variable con la especie vegetal y las condiciones del suelo, hasta donde se hacen sentir los efectos de la actividad de las raíces. El punto más importante para la caracterización de la rizosfera es la actividad microbiana que en ella se desarrolla, y que es significativamente diferente de la que ocurre en el resto del suelo. En principio diremos que es una zona de mayor actividad microbiana, y eso parece ser debido a la excreción de determinadas sustancias por las raíces. Éstas parecen excretar aminoácidos, ácidos orgánicos, hidratos de carbono y otros compuestos orgánicos menos conocidos, y es natural pensar que la flora microbiana debe modificarse en beneficio de las formas que pueden aprovechar los compuestos excretados. La microflora se enriquece en cepas que dependen de la presencia de determinados aminoácidos para su desarrollo. Es decir, en la rizosfera hay más microbios exigentes en factores orgánicos preformados. Este punto será tratado con un poco más de detalle en la sección siguiente.

Otro detalle que distingue a la rizosfera del resto del suelo es el hecho de que es más frecuente encontrar en ella hongos al estado vegetativo, mientras que en el suelo despoblado de raíces éstos están esporulados en su gran mayoría. En extractos de suelo se ha identificado un factor orgánico que inhibe la germinación de los hongos, y sería de interés estudiar si las raíces intervienen destruyendo ese factor, o simplemente oponiéndose a su efecto a través de la secreción de sustancias nutritivas al suelo.

En pocas palabras, podemos decir que la rizosfera es una zona de suelo donde hay mucha actividad microbiana, y seguramente representa para los interesados en microbiología del suelo, la zona de mayor atracción para su estudio. Desde otro punto de vista, es seguramente la zona del suelo que mayor influencia tiene sobre la nutrición de la planta. Los estudios hechos hasta la actualidad apenas han esbozado el censo de los microbios que se encuentran en la rizosfera, y la explicación dada más arriba en cierto modo es válida para explicar por qué la rizosfera presenta mayor número de microbios que el resto del suelo. Lo que todavía se ignora en gran parte es el efecto recíproco de las bacterias sobre las plantas. Las asociaciones mejor estudiadas hasta ahora son las muy íntimas que se presentan en las leguminosas y en muchas plantas que presentan micorizas, pero es de esperar que en un futuro pueda desarrollarse la investigación hacia el mejor conocimiento de esa asociación menos íntima entre las raíces y los microbios de la rizosfera.

En la rizosfera hay enriquecimiento de determinadas formas microbianas. Otras son inhibidas, o se comportan en forma indiferente. Por ejemplo, las bacterias de la nitrificación disminuyen o no sufren variaciones, mientras el *Azotobacter* parece ser indiferente a los beneficios que ofrece la rizosfera. También se ha hallado que en la rizosfera de árboles se encuentra un mayor número de microbios durante el otoño, y se piensa que las excreciones deben ser más intensas en esa época del año. También se ha visto que si se lleva una planta a su punto de marchitamiento y luego se vuelve a las condiciones normales, sus raíces excretan una mayor cantidad de aminoácidos y sustancias reductoras que en condiciones normales permanentes. Los resultados sugieren que las variaciones en el contenido en agua

de los suelos pueden provocar el mismo efecto en las condiciones naturales.

Como norma general, para tener una idea de las actividades de la rizosfera lo mejor es recurrir a suelos cuya población microbiana es baja, suelos de bajo contenido de materia orgánica, porque en esos casos, las diferencias entre rizosfera y el resto del suelo se aprecian más netamente. Para el estudio en sí, el uso de portaobjetos enterrados (método de CHOLODNY) es el que da los mejores resultados.

B) *Relaciones de los microbios entre sí.*

Las relaciones entre microbios presentan aspectos de gran interés que, por desgracia, sólo podemos tratar en forma muy breve. En el suelo se establece una competencia muy marcada, y aparecen frecuentemente fenómenos de mutualismo y de antagonismo de carácter muy diverso. Es evidente que el estudio de esas relaciones sólo puede efectuarse en el suelo mismo para que los resultados tengan una mayor significación, sobre todo porque todavía no conocemos lo suficiente como para que podamos extrapolar los resultados de laboratorio a lo que ocurre en ese medio tan complejo. El estudio presenta, como es fácil suponer, enormes dificultades, pero no hay que ser tan pesimista como BREFELD cuando afirmaba que a menos que se trabaje con cultivos puros uno no consigue otra cosa que conclusiones falsas y mohos verdes. Es preciso enfocar el problema con métodos apropiados, porque la metodología tiene, especialmente en este tipo de problemas, una importancia fundamental.

Como dijimos anteriormente, hace muchos años se llamó la atención sobre la idea de que en el suelo no necesariamente debemos hablar de una continua e implacable lucha entre los distintos grupos biológicos, sino más bien de la presencia de distintos "nidos" microbianos que llevan alternativamente acciones diversas a medida que las condiciones del suelo los favorece. Esta idea ha sido aplicada no hace mucho a problemas tales como la fijación de nitrógeno, y así, se supone que *Azotobacter,* por ejemplo, presenta una especie de acción pulsante, predominando cuando el nitrógeno asimilable se va agotando y cuando ya no quedan fuentes de carbono fácilmente aprovechables por la generalidad de los microbios. Es conocida la tolerancia de *Azotobacter* por las fuentes de carbono de peor "gusto", algunas de las cuales (como el benzoato) se utilizan como principios selectivos para su aislamiento.

Aquí hay que hacer mención de un principio de fundamental al importancia para entender un poco los equilibrios de las poblaciones microbianas, aparte de los mecanismos de mutualismos y antagonismos. Si se toma un medio de cultivo libre de nitrógeno combinado y se siembra con suelo, aparecen los fijadores de nitrógeno, y si la experiencia se hace en presencia de luz, entre éstos aparecen también las algas azul-verdes. Si la experiencia se repite agregando, esta vez, un poco de nitrógeno combinado, aparecen en cambio algas verdes, y predominan sobre las azul-verdes netamente. Además aparecen en abundancia microbios no fijadores de nitrógeno, y su número supera en mucho a las pocas células de *Azotobacter* que pueden encontrarse presentes. Es decir, a pesar de que éste puede utilizar la fuente de nitrógeno agregada, pierde terreno en la competencia. Daremos otro ejemplo, esta vez tomado del mar. En el plankton hay una alternancia de diatomeas y dinoflagelados. Las diatomeas necesitan más fósforo y nitrógeno que los dinoflagelados. En primavera, cuando los ríos descargan al mar mayor cantidad de esos elementos, comienzan por predominar las diatomeas, y a medida que las fuentes de N y P se van agotando, siguen los dinoflagelados. Los ejemplos mencionados nos llevan a la conclusión de que cuando hay una especie poco exigente junto a otra que requiere uno o más factores para su desarrollo, ésta predomina en la población que se establece en un medio que contiene esos factores.

En segundo lugar, es menester tener en cuenta que la modificación de un factor ambiental del suelo puede favorecer a determinada especie de manera indirecta. Por ejemplo, puede hacer que otra especie produzca mayor cantidad de un factor de crecimiento requerido por la primera.

Un aspecto que no se tiene generalmente en cuenta al hablar de las funciones biológicas de importancia en el suelo es el problema de la heterogeneidad. El suelo ofrece un gran número de ambientes diferentes, especialmente en cuanto se refiere a la composición de la solución de suelo con la cual toman contacto los microbios. Este hecho es bien claro en el caso de los nitrificadores, observado hace tiempo. Un suelo rico en materia orgánica puede ser el asiento de una excelente nitrificación, aunque la nitrificación sea inhibida por la presencia de materia orgánica en cultivo en un medio homogéneo. Es evidente que los nitrificadores deben estar más o menos próximos a las fuentes de amoníaco, aunque

no necesariamente en contacto directo con las mismas. Esta idea de heterogeneidad del suelo debe aplicarse, por ejemplo, a la interpretación de los mecanismos biológicos que ocurren en suelos cuyos extractos dan diferentes valores de pH, sobre todo cuando se trata de establecer límites de pH a determinadas funciones biológicas. Si se tuviera presente las posibles variaciones de pH que pueden presentarse en un volumen reducido de suelo, se podría interpretar mejor datos como los de Olsen en Dinamarca, que encuentra que la nitrificación ocurre aún en suelos de pH 3,8.

El estudio de las relaciones entre los microbios del suelo es muy importante desde el punto de vista práctico, cuando se trata de establecer equilibrios biológicos que pueden favorecer a la agricultura sea mejorando las condiciones en que se desarrollan las plantas cultivadas, o ayudando al combate de patógenos. Desde este último punto de vista, ha atraído la atención el descubrimiento de actinomicetas que tienen acción antagonista contra ciertos hongos fitopatógenos. En general puede decirse que el establecimiento de una actinomiceta en el suelo depende de numerosos factores, entre los cuales no son los menos importantes los antagonismos con otras actinomicetas. Un factor que hay que tener en cuenta cuando se trata de aprovechar la producción *in situ* de un antibiótico es la resistencia del antibiótico a las condiciones del suelo, y especialmente a la destrucción por otros microbios.

Y si se ha tenido éxito en todas las etapas, puede suceder la última contingencia decepcionante: algunos resultados positivos pueden ser debidos (como lo ha demostrado Skinner) a fenómenos de competencia nutritiva y no a la producción de antibióticos.

C) *Efecto de la esterilización parcial del suelo.*

En este problema se han registrado algunos adelantos que, no obstante, no han obedecido a un plan orgánico de ataque. Evidentemente, el alcance de la esterilización depende del agente químico o físico utilizado. En este momento es interesante mencionar la interpretación que dio Russell a los efectos de la esterilización parcial. Hace muchos años este autor partió del hecho de que los suelos que habían recibido exceso de abonos se "enfermaban" y daban cosechas pobres. Al mismo tiempo, había un aumento del número de protozoarios. La "enfermedad" (soil-sickness) podía ser curada por la esterilización parcial (vapor, cloroformo, disulfuro de carbono, tolueno, etc.). Con estos tratamientos, Russell observaba lo siguiente: al principio había una caída y luego un ascenso permanente del número de bacterias. La introducción de suelo no tratado bajaba los números de nuevo. Luego del tratamiento, los números de bacterias variaban con la temperatura, mientras en el suelo no tratado no lo hacían. Russell y Hutchinson concluyeron que los números de bacterias en el suelo no tratado eran limitados por "algo" que no era una carencia, parecía ser viviente y era destruído por la esterilización parcial. Por lo tanto, emitieron la hipótesis de que ese "algo" eran protozoarios.

Hoy se duda que las observaciones de Russell y Hutchinson puedan ser explicadas de esa manera, y se prefiere pensar que la esterilización parcial produce alguna forma de estímulo de las bacterias que forman parte de los glomérulos que se ven en el análisis microscópico, haciendo que las bacterias se multipliquen activamente. No obstante, es evidente que Russell llamó la atención sobre el efecto final de la esterilización parcial en el sentido de que ésta depende de la alteración del equilibrio de la población microbiana del suelo.

En cierto grupo de experiencias se ha comprobado que los hongos que predominan luego de la esterilización parcial son especialmente *Tricoderma* y especies de *Aspergillus*. En otras experiencias, realizadas en invernáculos, se ha notado un aumento de la cantidad de amoníaco de la atmósfera, lo cual ha sido interpretado como efecto del método aplicado especialmente sobre los nitrificadores. A veces, el efecto de la esterilización parcial es bastante inesperado. Por ejemplo, *Bacillus megaterium* reduce sulfatos y produce sulfhídrico, mientras no lo hace en el suelo intacto (aunque sí en cultivo puro). La interpretación que se ha dado es que el agente esterilizante (en este caso el tetracloruro de carbono) ha eliminado gérmenes que impedían en las condiciones naturales esa función de *B. megaterium*. Otra explicación posible es que se ha matado microbios que podían consumir el sulhídrico formado.

5) El suelo como organismo viviente. Métodos de estudio.

El suelo puede ser considerado, desde el punto de vista biológico, como un organismo viviente, un organismo heterogéneo no sólo por su estructura, sino también por la variedad de funciones fisiológicas a las que sirve de asiento. En cierto modo, el suelo

es comparable a un organismo pluricelular, ya que tiene elementos vivos y de sostén, y los primeros llevan a cabo transformaciones que en muchos casos reflejan una interdependencia bastante marcada. El suelo respira, y su respiración total es la suma de las actividades individuales de los seres vivos que contiene sobre las sustancias que tienen a su disposición en un momento dado. El suelo también fermenta, especialmente en las zonas cuya atmósfera tiene bajas tensiones de oxígeno. El suelo asimila, transformando el carbono en diversidad de compuestos que forman las células vivas y sus productos de excreción, o transformando distintas formas de nitrógeno, etc.

De allí que diversos autores prefieren considerar a los distintos suelos como organismos vivientes de múltiples actividades metabólicas, y olvidarse de las especies individuales que pueden albergar. En el estado actual de los conocimientos sobre biología del suelo, esa tendencia nos parece perfectamente justificada y rica en posibilidades, especialmente en cuanto se refiere a las relaciones entre la biología del suelo y la agricultura. En nuestra opinión, el estudio de las funciones individuales tomando al suelo en su totalidad, promete resultados de mucho más valor que las deducciones que puedan hacerse a partir de los censos microbianos o de los estudios con cultivos puros en medios artificiales.

Esta orientación ha sido llevada a la práctica de manera diversa. Así, por ejemplo, han sido ideados respirómetros especiales, y con ellos es posible medir los intercambios gaseosos entre muestras de suelo y la atmósfera. Con estos aparatos se puede medir la respiración del suelo intacto y luego del agregado de determinadas sustancias. Los resultados obtenidos con este tipo de experiencias, sin embargo, son de un valor relativo. Los métodos manométricos han tenido una enorme significación en el estudio del metabolismo y con su aplicación se han conseguido numerosos datos valiosos. Pero el valor de esos métodos está basado principalmente en su aplicación a sistemas relativamente simples: tejidos animales o vegetales, suspensiones de células de un tipo determinado, preparaciones de enzimas puras o parcialmente purificadas, etc. Sería muy difícil obtener datos de valor si en cada frasco del aparato de Warburg tuviéramos una mezcla de células de dos o más tipos, con distinta actividad respiratoria. De allí que los estudios respirométricos del suelo no hayan aportado datos muy concretos hasta el presente.

Otro intento de estudiar el metabolismo del suelo es la aplicación de la técnica de percolación, con un aparato ideado hace 15 años, y al cual se aplicó el nombre de perfusor, tomado de la terminología usada por los que estudian fisiología animal. El percolador ha sido modificado en algunos de sus detalles, y los aparatos actuales presentan ventajas sustanciales sobre el invento primitivo. Esencialmente, el percolador resuelve de manera muy sencilla el problema de hacer pasar a través de una columna de suelo distintas soluciones de composición conocida con un caudal conveniente a fin de evitar un exceso de agua en la muestra. Con tal fin, la solución es aireada convenientemente, y la percolación se hace en forma intermitente y mediante caudales que pueden ser regulados dentro de límites muy amplios. No obstante estas precauciones, con ciertos suelos de estructura poco estable es necesario recurrir a algunos compuestos como el Krilium a fin de que la muestra pueda soportar el tratamiento a que se la somete.

En los percoladores puede hacerse entrar diversas mezclas de gases en lugar de aire, y también es posible muchas veces el análisis de los gases de salida. Con ellos se puede estudiar el efecto de venenos o inhibidores diversos y observar cómo afectan determinadas actividades del suelo; puede cambiarse en cualquier momento la solución utilizada y al final de las experiencias, el suelo puede someterse al análisis microbiológico corriente o a los análisis químicos más diversos.

Creemos que hasta el presente no se ha ideado una técnica con tal flexibilidad para el estudio del suelo completo desde el punto de vista biológico. Con ella puede definirse en forma muy precisa la capacidad de una muestra de suelo de nitrificar, o de fijar nitrógeno, o de atacar las sustancias más diversas. Cuando ha transcurrido cierto tiempo de percolación, la velocidad de una función determinada se hace constante, y entonces se considera que se ha llegado a la saturación en cuanto a la función en estudio. Por ejemplo, dos suelos pueden diferir por la velocidad con que nitrifican una solución de sulfato de amonio de determinada concentración, y en ambos casos se ha llegado a la máxima capacidad posible de nitrificación. Esa capacidad máxima está relacionada con las características del suelo y también con la naturaleza de las

cepas microbianas presentes en la muestra. Cuando el suelo ha llegado a ese estado, puede considerársele enriquecido al máximo en los microbios correspondientes y destinarlo a estudios de distinta índole, porque se comporta como una suspensión microbiana del tipo fisiológico que ha sido favorecido durante el experimento. Es evidente que recién entonces pueden tener valor apreciable las medidas manométricas con un material de esa complejidad.

Aunque nuestras consideraciones no pueden aumentar en lo más mínimo el crédito que tan justamente ha ganado esta técnica, diremos que es muy deseable que se difunda en los laboratorios de suelos de nuestro país, a fin de sacar el mayor provecho posible de la misma para un mejor conocimiento de la biología de los suelos argentinos.

## RESUMEN DE LOS TRABAJOS Y COMUNICACIONES PRESENTADOS

### Formación de humus por los insectos colémbolos

(*Trabajo*)

EDUARDO H. RAPOPORT

Diversos autores se han referido al papel de los animales en la formación del humus. El primero fue DARWIN (1881) en su trabajo sobre la lombriz de tierra, pero en aquel entonces no se tenía idea del complejo de problemas que involucra la humificación. KUBIËNA y otros lo dan como un hecho comprobado, pero después de las experiencias de FRANZ y LEITENBERGER y de las críticas que sobre éstas hizo VAN DER DRIFT, el problema ofrece características interesantes.

Con el objeto de comprobar la supuesta capacidad humificativa de los colémbolos se realizaron experiencias con *Proisotoma minuta*, manteniendo sucesivos cultivos por más de dos años. Usando como sustrato hojas y tallos de gramíneas, se ha podido comprobar que estos insectos destruyen casi totalmente a las primeras, respetando en cambio a los últimos. Los tallos (rastrojo) son triturados más eficientemente por los ácaros oribátidos quienes los transforman en cúmulos de deyecciones negruzcas, aunque sin un grado de trituración tan fino como el de *P. minuta*. Se han seguido testigos esterilizados y no esterilizados. Tanto en los primeros como en aquellos donde se ha desarrollado flora microbiana y de hongos, sin colémbolos, no se han hallado ácidos húmicos. El ataque a las hojas por *P. minuta* finaliza con la formación de una pasta pardo-oscura que contiene hasta 1,3 % de ácidos húmicos, y en la que ha desaparecido la celulosa. Estos experimentos no son concluyentes. Si bien puede disminuirse el papel de las bacterias y hongos, se hace necesario seguir con más detalle el metabolismo intermedio de los glúcidos en estos insectos.

### Esquema de la difusión geográfica de la materia orgánica del suelo en la República Argentina

(*Trabajo*)

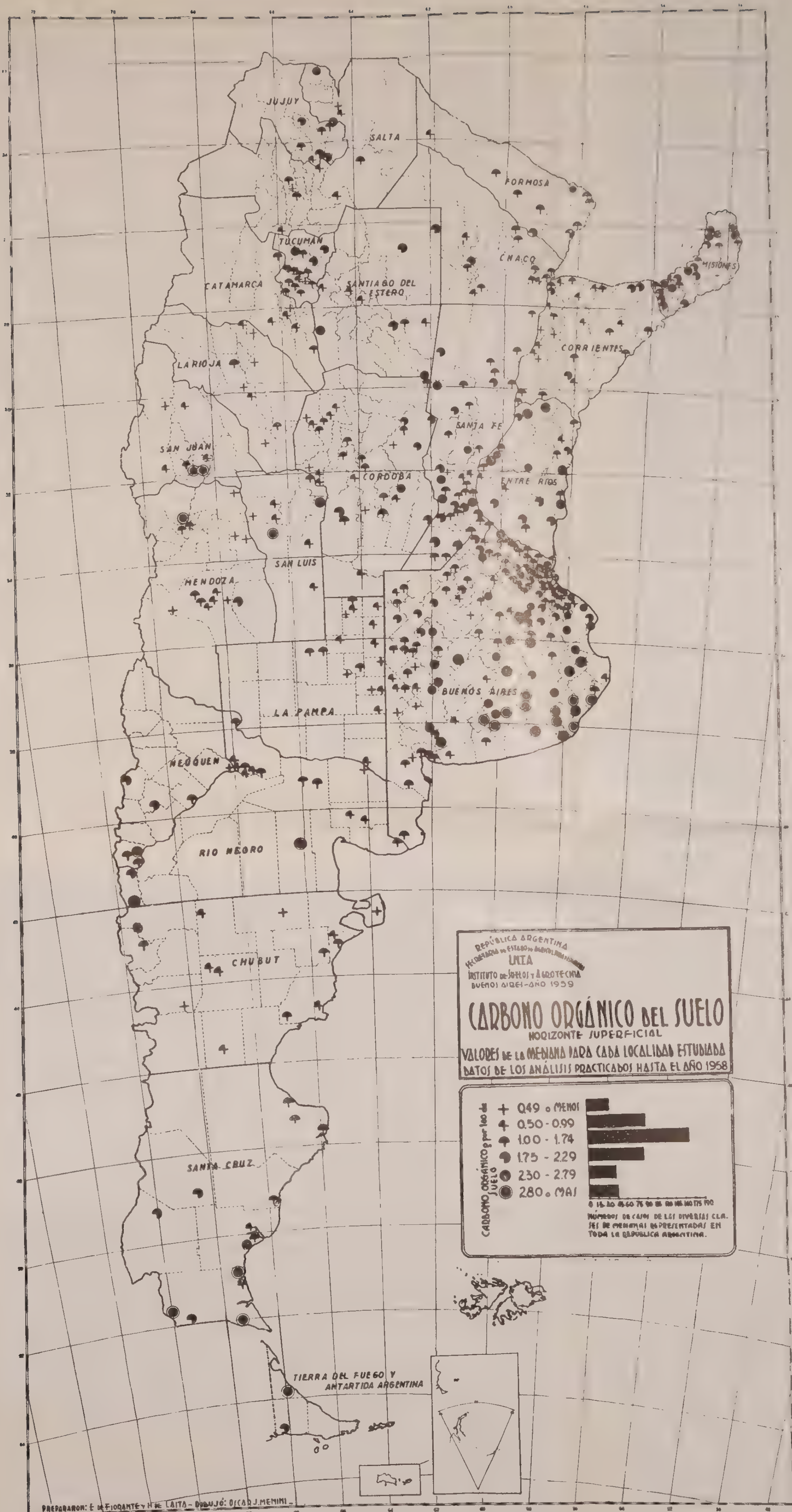
MARÍA A. SERVICI DE RONDINI

Trátase de un estudio para conocer la modalidad de la difusión geográfica de la materia orgánica y de la relación C/N en suelos de la República Argentina. Para ello, se han preparado dos mapas esquemáticos, uno correspondiente a la cantidad de carbono orgánico y el otro, el valor de la relación C/N del horizonte superficial de los suelos estudiados del país.

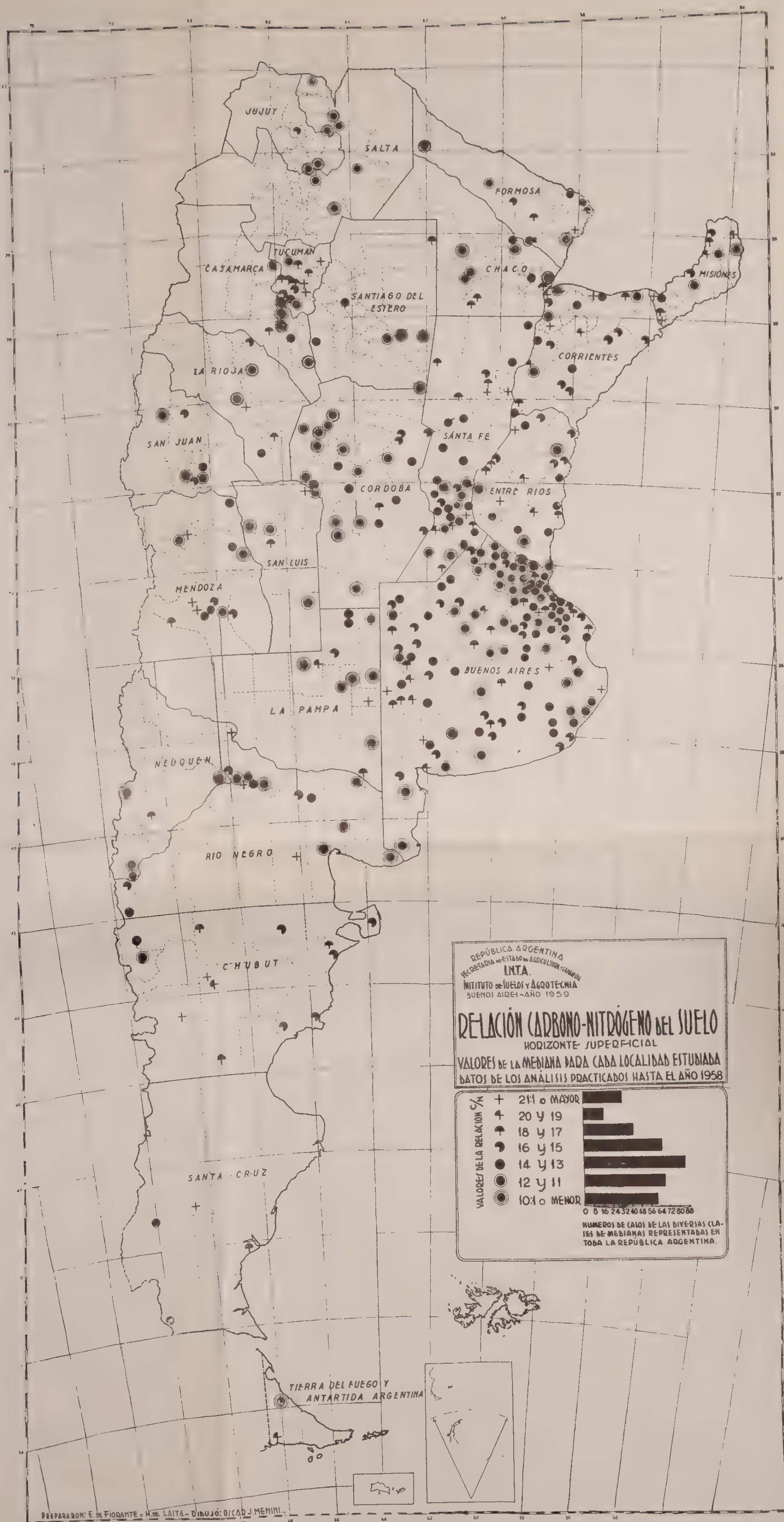
Los mapas no solamente incluyen determinaciones de suelos zonales, siendo de destacar el caso de las regiones áridas y semiáridas, bajo regadío, para las cuales se incluyeron determinaciones efectuadas sobre muestras tomadas en los suelos regados; la inclusión de suelos no zonales, explica las aparentes contradicciones de los mapas, los cuales no pretenden ser de índole edafológica pura, sino de un valor informativo agronómico práctico.

Ambos mapas están basados en el análisis químico de 8.000 muestras, correspondientes a 1000 perfiles de suelos ubicados en 600 localidades argentinas, volumen que permite esquematizar la modalidad que presentan los suelos estudiados del país, en los aspectos que se consideran.

Se aporta también una información sobre los perfiles de los suelos estudiados, lo que nos permite analizar el espesor del horizonte orgánico superficial, la modalidad de la distribución de la can-




ESQUEMA DE LA DIFUSIÓN GEOGRÁFICA DE LA MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO.




ESQUEMA DE LA DIFUSIÓN GEOGRÁFICA DE LA MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO.

tidad del carbono orgánico y del valor de la relación C/N en profundidad.

Se considera la vinculación de los tipos climáticos, con las cantidades de carbono orgánico y la relación C/N. Se presentan 12 gráficos con perfiles interesantes, de algunos suelos argentinos, respecto del carbono orgánico y relación C/N, en profundidad.

La materia orgánica, es la base nutricional de la flora microbiana, que interviene en la formación de los suelos, es una sustancia importante para fertilizarlos y al mismo tiempo capacitarlos para una mejor producción agrícola. La comparación de los resultados del estudio experimental que se ha realizado en suelos argentinos, con los suministrados por la literatura mundial, confirma que los suelos tienen una modalidad: la capacidad de autorregular los procesos de transformación de los residuos que a él ingresan.

Esta capacidad de autorregulación de un suelo, impide acumular o aumentar en forma apreciable, la cantidad de materia orgánica (por el agregado de residuos orgánicos) que un suelo tiene por naturaleza. De modo que esa modalidad, representa una característica biogenética de formación, determinada principalmente por factores bioclimáticos lo que permite afirmar que es erróneo el concepto muy vulgarizado que existe sobre la posibilidad de aumentar la cantidad de materia orgánica que por naturaleza tiene un suelo.

Basándonos en estos conceptos, se ha preparado, utilizando el mapa de la República Argentina, con sus divisiones provinciales y departamentales, la representación cartográfica de la difusión geográfica de la materia orgánica correspondiente al horizonte superficial de cada perfil de los suelos estudiados del país. También se presenta el esquema del valor de la relación C/N del mismo horizonte superficial, estudiado para el carbono orgánico puesto que esta relación indica hacia donde se desplaza el metabolismo del suelo orgánico, ya que el nitrógeno orgánico guarda una relación con el carbono orgánico, que en suelos vírgenes presenta un valor de 10:1, según señala la bibliografía europea.

Para la representación cartográfica se utilizó la mediana (en cambio del promedio) de los valores del carbono orgánico, para cada localidad estudiada, expresados en gramos de carbono orgánico por 100 gramos de suelo.

El gráfico de frecuencia que figura al pie del mapa, no debe entenderse como un histograma, puesto que no se siguieron estrictamente las normas establecidas para construir tales gráficos, usados en estadística.

### Difusión geográfica de la materia orgánica de los suelos estudiados del país.

En este trabajo todas las consideraciones que se hagan sobre materia orgánica, se refieren a carbono orgánico.

La característica que presenta la difusión geográfica de la materia orgánica de los suelos estudiados de la República Argentina, indica que en la provincia de Buenos Aires en su parte sudoriental, predominan suelos con alto contenido de carbono orgánico, observándose tenores similares en el sur del país (Tierra del Fuego y sur de Santa Cruz). También en suelos ubicados en la proximidad de la cordillera patagónica, entre los paralelos 40 y 43, se observa un contenido en carbono orgánico apreciable.

Si efectuamos un análisis de la difusión geográfica del carbono orgánico en relación a los tipos de climas registrados en la República Argentina de acuerdo a regiones hídricas y térmicas, que considera la clasificación climática de C. W. Thornthwaite de 1948, comprobamos:

1º Que los suelos del país influídos por el tipo de clima subhúmedo-húmedo $C_2$ mesotermal $B'_2r$, y el húmedo $B'_2$ mesotermal $B'_4r$ (como se observa en la parte oriental de la Estepa Pampeana y el norte del Parque Mesopotámico) presentan alto contenido en carbono orgánico.

2º Que suelos influídos por el tipo de clima semiárido D, mesotermal $B'_1d$, y el subhúmedo seco $C_1$ microtermal $C'_2d$ (sur de Santa Cruz y norte de Tierra del Fuego) presentan también alto contenido en carbono orgánico.

3º Que suelos influídos por el tipo de clima subhúmedo seco $C_1$ mesotermal $B'_2$, $B'_3$, $B'_4d$, el semiárido D mesotermal $B'_4d$, y el árido E mesotermal $B'_2$ a $B'_4d$ (como se observa en la parte occidental de la Estepa Pampeana, Santiago del Estero, región llana de la provincia de Catamarca, La Rioja, San Juan, Mendoza y centro y norte de la Estepa Patagónica), presentan en general, contenido bajo en carbono orgánico.

Las aparentes discrepancias que a veces se observan entre valores de suelos de esta región y el clima imperante en la misma, se debe a la inclusión de

muestras de suelos irrigados de estas áreas, que como se dijo son subhúmedas, semiáridas o francamente áridas.

4º Que suelos influenciados con el tipo de clima semiárido D, megatermal A′ (Formosa, este de Salta, oeste del Chaco, noroeste de Santiago del Estero y noroeste de las Sierras de Córdoba) muestran diferentes contenidos en carbono orgánico, sin manifestar una característica definida.

5º Suelos de la Selva Misionera, de la Selva Tucumano-oranense, de los Bosques Subantárticos, debido a buenas condiciones de eficiencia hídrica, muestran un contenido de carbono orgánico bastante alto. Todo esto indica que el contenido de carbono orgánico que por naturaleza contiene un suelo, depende en forma principal de la influencia que ejercen los factores climáticos.

6º El número de casos de las medianas de los valores de carbono, señalan que la clase que predomina en los suelos estudiados del país, se encuentra entre 1 y 1,74 gramos de carbono por cada 100 gramos de suelo, esto en parte se justifica por ser la clase de mayor amplitud de valores del gráfico inventario colocado al pie del mapa.

Las observaciones de los niveles de carbono orgánico, en el horizonte orgánico superficial, están acompañadas del estudio del perfil correspondiente, en el cual se aprecia el espesor del horizonte orgánico, comprobándose que a pesar de presentar un por ciento de carbono similar en el horizonte superficial, el espesor de éste varía. Así, si comparamos los suelos del este y sur de la provincia de Buenos Aires, con los del sur de Santa Cruz y norte de Tierra del Fuego, comprobamos que si bien todos estos suelos presentan un tenor similar de carbono orgánico, en los primeros (Tandil, Azul, Balcarce) el espesor del horizonte orgánico es de 40 a 50 cm, mientras que en los últimos (Santa Cruz, Tierra del Fuego) ese horizonte ocupa un espesor de 5 a 15 cm. Otras comparaciones, las podemos establecer entre los suelos de la provincia de Buenos Aires y los suelos de la Mesopotamia, con tenores de carbono orgánico semejantes; también presentan diferencias, en el espesor del horizonte orgánico superficial; en los primeros como ya se dijo, éste tiene de 40 a 50 cm, mientras que en los últimos alcanza sólo 20 cm. El espesor que ocupa el horizonte orgánico en un suelo agrícola, presenta una importancia considerable puesto que este horizonte es el que le comunica resistencia y estabilidad al suelo, frente a su función agrícola.

### Valores de la relación C/N de suelos del país.

La relación C/N de los suelos estudiados del país, representada cartográficamente indica:

1º Que se manifiesta independiente de la influencia de los factores climáticos.

2º Que la humificación se manifiesta independiente de la influencia de los factores climáticos.

3º Que la mediana de los valores de la relación C/N que predomina en el país tiene un valor entre 13:1 y 14:1.

De esta manera se comprueba que el valor de la relación C/N que predomina en el país, está desplazada del valor normal 10:1, que se acepta en la bibliografía europea.

### Características de los gráficos que representan los perfiles de algunos suelos estudiados.

Se ha considerado importante conocer la distribución en profundidad de la materia orgánica y de la relación C/N de cada perfil de suelo estudiado, puesto que este aspecto es una característica de significación agrológica y una orientación sobre la biogénesis de los suelos del país.

Las observaciones de los 12 gráficos presentados indican:

1º Cualquiera sea la cantidad de carbono orgánico que presenta el horizonte orgánico superficial de un suelo, siempre disminuye con la profundidad.

2º La cantidad de carbono orgánico que presenta el horizonte orgánico superficial de un suelo, es independiente del espesor del mismo.

3º La cantidad de carbono orgánico y el espesor del horizonte orgánico superficial, no tiene vinculación con los valores que toma la relación C/N, en profundidad.

4º La variación en profundidad, que se observa en la relación C/N, parece vinculada con variantes de la composición textural del suelo.

5º La cantidad de carbono orgánico que contiene el horizonte orgánico superficial, muestra estar vinculado a los tipos climáticos.

6º El espesor del horizonte orgánico superficial se muestra independiente de la influencia de los tipos climáticos (debe recordarse que los suelos estudiados no siempre fueron zonales).

7º La variación de la cantidad de carbono orgá-

nico en profundidad y los valores que toma la relación C/N también en profundidad, se manifiestan independientes de los tipos climáticos.

8º La variación de la cantidad de carbono orgánico en profundidad, se manifiesta independiente de la textura del suelo.

## Determinación de cobre asimilable en suelos de la Provincia de Buenos Aires, por el método biológico del *Aspergillus niger*

(*Trabajo*)

EDGARDO N. CAMUGLI y DECIO PIERGENTILI

### I. INTRODUCCIÓN.

Los elementos químicos menores, oligoelementos, o elementos vestigiales juegan un gran papel en la fisiología vegetal. A pesar de ser necesarios en pequeñas proporciones, son fundamentales para la nutrición de las plantas. La carencia en el suelo de algunos de ellos provoca diversas perturbaciones, que pueden o no manifestarse en el aspecto exterior de las plantas. El cobre es un elemento muy importante a este respecto, ya que se encuentra formando parte de ciertas enzimas vegetales como la polifenoloxidasa y la oxidasa del ácido ascórbico. La presencia de este metal en las enzimas es fundamental pues interviene catalizando la oxidación. Se ha comprobado que no solamente es indispensable para los vegetales superiores, sino también para muchos inferiores.

El *Aspergillus niger* exige para su crecimiento, aparte de diversos elementos químicos, el cobre en mínimas cantidades; la escasez del mismo provoca alteraciones que se manifiestan en una disminución en la formación de esporos, con una menor intensidad de coloración. En medios de cultivo, con todos los elementos nutritivos, la formación de conidios es normal, con coloración negra. Al disminuir en forma gradual la cantidad de cobre, la formación de esporos se restringe y la coloración pasa del negro al castaño oscuro, castaño claro, amarillo castaño y en ausencia de cobre sólo se forma micelio estéril blanco.

Este comportamiento del hongo en presencia de distintas cantidades de cobre ha permitido establecer un método para determinar el cobre asimilable, puesto que la coloración de los esporos está en relación con el tenor del cobre.

La presente publicación tiene por objeto dar a conocer los resultados obtenidos en la determinación del cobre asimilable en muestras de suelos del norte de la provincia de Buenos Aires, como así también las técnicas empleadas, con algunas pequeñas modificaciones que hemos creído conveniente introducir en el método clásico.

### II. MÉTODO Y MATERIAL.

El método empleado se basa en la comparación del color resultante de los esporos de los cultivos de *Aspergillus niger* en soluciones patrón, con el color obtenido en cultivos del hongo en esas mismas soluciones nutritivas, pero exentas de cobre y a las cuales se ha añadido el material a analizar.

Para el desarrollo del *Aspergillus niger* empleamos, de acuerdo a lo indicado por MULDER, el siguiente medio de cultivo: Glucosa, 50 gr; $NO_3K$, 5 gr; $PO_4HK_2$, 2,5 gr; $SO_4Mg.7H_2O$, 1 gr; $Cl_3Fe.6H_2O$, 50 mg.; $SO_4Zn.7H_2O$, 20 mg.; $SO_4Mn.4H_2O$, 3 mg.; agua bidestilada, 1000 ml.

Es necesario emplear material de vidrio Jena, drogas pro-análisis y agua bidestilada. La presencia de vestigios de cobre en el material de vidrio o en las drogas hace fracasar el ensayo.

Para eliminar las trazas de cobre del material, éste debe ser lavado muy esmeradamente, sumergiéndolo en agua nítrica al 20 % y enjuagar con agua bidestilada.

En un matraz se coloca el agua, la glucosa, el nitrato de potasio y el sulfato de magnesio. Con el fin de eliminar las trazas de cobre, se agrega 0,3 ml de sulfuro de amonio y 5 gramos de carbón activado, se agita durante 5 minutos y se filtra. Se agrega el resto de las drogas y se distribuyen en frascos Erlenmeyer de 1.000 ml a razón de 40 ml por frasco. Se esteriliza por tindalización.

Los frascos testigos los preparamos en la siguiente forma: un primer Erlenmeyer con sólo el medio de cultivo y los siete restantes con el medio de cultivo y 0,2 gamas, 0,4 gamas, 0,6 $\gamma$, 1 $\gamma$, 1,5 $\gamma$ 2 $\gamma$, y 3 $\gamma$, de cobre respectivamente. Para esto último empleamos soluciones de sulfato de cobre esterilizado de título conocido. Sembramos con esporos del hongo y llevamos a estufa a 30° C durante cinco días. Con el fin de efectuar siempre siembras uniformes, preparamos una suspensión de esporos

de *Aspergillus niger* en agua bidestilada estéril y agregamos 0,5 ml de la misma a cada recipiente.

Para el análisis de las muestras de suelos empleamos tierra secada al sol y tamizada por malla de 2mm. En cada Erlenmeyer colocamos 200 mg de la muestra y 2 ml de agua bidestilada estéril con el fin de facilitar la solubilización del cobre; introducimos 40 ml del medio de cultivo, agitamos suavemente y llevamos a autoclave a 100° C durante 2-3 minutos; luego sembramos y colocamos las muestras junto a los testigos en estufa a 30° C durante 5 días.

Debemos aclarar que si bien el sometimiento de las tierras al autoclave aumenta en cierta medida la cantidad de elementos asimilables, preferimos este camino, pues por él se eliminan gran número de los gérmenes del suelo. Por otra parte hemos ensayado el método de esterilización con alcohol etílico obteniendo desarrollos anómalos del micelio.

Empleamos en los ensayos una raza de *Aspergillus niger* que se adapta a las condiciones del trabajo; no todas se comportan uniformemente. Fue necesario previamente seleccionarla entre varias razas de la Colección de la Cátedra de Microbiología Agrícola de la Facultad de Agronomía de La Plata. Muestra una gran sensibilidad a vestigios de cobre, manteniendo constante esta característica.

## III. Resultados.

A los cinco días observamos en el Erlenmeyer nº 1 de la serie testigo o sea el que no contenía cobre, un desarrollo del hongo completamente blanco, de micelio estéril. A partir del Erlenmeyer nº 2 se presentó una coloración amarillo castaño muy clara, que se hacía gradualmente más oscura en los siguientes para tomar un color castaño oscuro a negro en los últimos de la serie.

Debemos destacar que la graduación de la coloración es nítida y fácilmente observable.

Cantidad de cobre y coloración de los esporos
(Escala patrón)

| Cobre en 40 ml de medio (gamas) | Color de los esporos a los 5 días |
|---|---|
| 0 | Blanco sin esporos |
| 0,2 | Amarillo castaño claro |
| 0,4 | Castaño claro |
| 0,6 | Castaño gris claro |
| 1 | Gris castaño |
| 1,5 | Gris castaño oscuro |
| 2 | Castaño negro |
| 3 | Negro |

En ensayos previos observamos que la coloración de los esporos del hongo con las muestras de suelos, no era uniforme. Si bien un determinado color ocupaba la mayor superficie, en algunas zonas los esporos eran más oscuros, generalmente negros. En estas zonas se concentraban las partículas de tierra, que facilitaban al hongo mayor cantidad de cobre. Este inconveniente lo eliminamos casi por completo, facilitando la solubilización del mismo con agua bidestilada, previamente al agregado del medio cultivo, como ya hemos descripto.

Luego comparamos el color de los esporos de las muestras con el color de los esporos de la serie testigo, con lo cual dosamos la cantidad de cobre utilizado por el hongo.

Cantidad de cobre asimilable en las muestras analizadas
(En gamas por 100 gr de tierra)

| Muestra | Hor. 1 | Hor. 2 | Hor. 3 | Hor. 4 | Hor. 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 400 | 50 | 500 | | |
| 2 | 400 | 750 | | | |
| 3 | 400 | 1500 | 500 | | |
| 4 | 400 | 300 | | | |
| 5 | 500 | 750 | | | |
| 6 | 500 | 750 | | | |
| 7 | 400 | 350 | 1000 | | |
| 8 | 500 | 750 | | | |
| 9 | 500 | 1000 | 1000 | | |
| 10 | 500 | 500 | 500 | | |
| 11 | 500 | 400 | 1000 | 500 | |
| 12 | 500 | 1000 | 750 | | |
| 13 | 400 | 500 | | | |
| 14 | 400 | 100 | 1000 | | |
| 15 | 400 | 750 | 500 | | |
| 16 | 400 | 450 | 500 | | |
| 17 | 400 | 500 | | | |
| 18 | 400 | 400 | | | |
| 19 | 400 | 1000 | 1000 | 750 | |
| 20 | 400 | 350 | 1250 | 750 | |
| 21 | 300 | 750 | | | |
| 22 | 300 | 250 | 1000 | 500 | |
| 23 | 400 | 400 | | | |
| 24 | 400 | 400 | | 750 | 350 |
| 25 | 500 | 750 | | 350 | |
| 26 | 300 | 500 | | | |
| 27 | 300 | 350 | | | |
| 28 | 400 | 100 | | | |
| 29 | 300 | 100 | 350 | 500 | |
| 30 | 300 | 100 | 350 | 500 | |
| 31 | 400 | 750 | 500 | 500 | |
| 32 | 1000 | | | | |
| 33 | 1000 | | | | |
| 34 | 400 | | | | |
| 35 | 400 | | | | |
| 36 | 400 | | | | |
| 37 | 500 | | | | |
| 38 | 1000 | | | | |
| 39 | 400 | 1000 | | | |

Colores amarillo-castaño-claro, o castaño muy claro que indican tenores entre 20 y 150 gamas por cada 100 gr de tierra, deben considerarse como correspondientes a tierras deficientes y poco dotadas en cobre [1]. Colores castaño-gris-claro, gris-castaño, gris-castaño-oscuro, castaño negro y negro indican tenores superiores a 300 gamas y deben considerarse como correspondientes a tierras bien dotadas en este elemento.

Por los resultados obtenidos podemos decir que los contenidos de cobre asimilable de las muestras analizadas es igual y aún superior a los porcentajes establecidos en suelos de otros países.

En el horizonte superior de los suelos estudiados, que pertenecen a tierras de cultivo, se presentan fluctuaciones grandes en el contenido de cobre asimilable a pesar de provenir de lugares muy distantes unos de otros y de pertenecer a distintos "tipos" de suelos. El porcentaje promedio es de 400 γ por 100 gr de tierra, con tenores mayores de 500 γ y menores de 300 γ.

Las muestras n$^{os.}$ 32, 33 y 38 fueron extraídas de lugares donde probablemente nunca se habían establecido cultivos (linde de caminos) y contienen una elevada cantidad de cobre asimilable, que llega a 1000 γ. Esta cifra comparada con las de tierras de cultivo, 400 γ, nos indican que han sido extraídas de los suelos, dentro de las pequeñas proporciones normales, apreciables cantidades de cobre, aproximadamente el 60 % del total asimilable. No es difícil sospechar que ese cobre se ha ido con las cosechas y nos debe llamar a la reflexión sobre la incidencia que podría tener el mismo sobre la disminución de los rendimientos en cereales, especialmente maíz, ya que en países como Alemania, Holanda, Suecia, etc., la baja proporción del cobre en los suelos ha provocado la enfermedad de "reclamación" en los cereales.

BIBLIOGRAFÍA


1. ELVEHJEM, C. A. 1830: *The role of iron and copper in the growth and metabolism of yeast.* J. Biol. chem., t. 90, p. 111
2. MCHARGEE, J. S. and CALVÉE, R. K.: *Effect of manganese, copper and zinc on growth and metabolism of Aspergillus flavus and Rhizopus nigricans.* Bot. Gas., t. 91, 1931.
3. MULDER, E. G.: *Sur l'influence du cuivre sur la croissance des microorganismes.* An. des ferm., t. IV, pp. 513-533, 1938.
4. MULDER, E. G.: *On the use of micro-organisms in measuring a deficiency of copper, magnesium and molibdenum in soils.* Antonie van Leeuwenhock 6, pp. 99-100, 1939-1940.
5. SOMMER, A. L.: *Copper as an essential for plant growth.* Plant Physiology, t. 6, p. 339, 1931.


[1] MULDER encuentra en tierras muy enfermas entre 20 y 50 gamas y en las poco enfermas alrededor de 100 gamas por cada 100 gramos de tierra.

## La descomposición aerobia de la celulosa y la resistencia de los suelos a la erosión *

(*Comunicación*)


JORGE S. MOLINA y CARLOS SAUBERÁN


*Introducción*: La conquista más positiva en la lucha contra la erosión de los suelos la constituye posiblemente el cultivo "bajo cubierta" ("stubble-mulching" o "subsurface Tillage") en cualquiera de sus variantes.

De acuerdo con STALLINGS (1957) el 95 % de la acción erosiva se produce debido a la falta de protección del suelo contra el impacto de las gotas de lluvia.

Hasta ahora las normas generales de conservación más comúnmente en práctica, tales como cultivos en contorno, terrazas, cultivos en franjas, etc., trataban de poner vallas al escurrimiento superficial cuando según el mismo autor antes citado, lo que necesitan los suelos para resistir con éxito a la erosión, no son paredes sino un techo.

De acuerdo con NICHOLS y GRAY, dos pulgadas de lluvia cayendo sobre un acre ejercen una energía cinética de 6.000.000 de libras/pie. Esta energía es suficiente para elevar una capa de 7 pulgadas de espesor hasta la altura de tres pies. Esto revela la enorme importancia de una cobertura superficial que amortigüe este impacto tan poderoso.

Además de la importancia decisiva de esta protección puramente física, los residuos vegetales dejados descomponer en superficie, cumplen en nuestra opinión otra función tanto o más importante que la primera.

En este trabajo tratamos de sintetizar los resultados de campo y laboratorio de más de diez años de


* Trabajo realizado en forma conjunta con el apoyo de la Asociación Amigos del Suelo, Consorcio Regional de Experimentación Agrícola (Zona Henderson-Caseros) (CREA), y la Fundación Juan Bautista Sauberán.

duración, los que unidos a la bibliografía existente sobre el tema, permitirían encontrar una explicación teórica aceptable, a los excelentes resultados obtenidos en el manejo en gran escala con el uso de la incorporación superficial de los rastrojos y los residuos de los campos de pastoreo.

*Reseña bibliográfica*: En trabajos anteriores Molina y Spaini (1949) y Molina y Sauberán (1957) se han detallado los principales trabajos de la descomposición aerobia de la celulosa y su estrecha relación con la resistencia de los suelos a la erosión.

Entre los nuevos trabajos aparecidos recientemente y no incluídos en dichas publicaciones deseamos indicar solamente a los más importantes.

Whistler y Kirby (1956) lograron aislar de un suelo agrícola un coloide orgánico que presentaba significativas propiedades de agregación de los suelos. Especialmente interesante era su composición en la que entraba en proporción importante el ácido glucurónico.

Este estudio confirmaba los trabajos anteriores de Forsyth (1950) y Duff (1952) relativos a la presencia en suelos muy distintos de coloides orgánicos de tipo poliurónido que se podían atribuir según uno de estos autores a un origen microbiano; entre otros se mencionaba específicamente a las bacterias aerobias tipo *Cytophaga*.

Estos trabajos conjuntamente con los anteriormente citados, permitirían en nuestra opinión, dar una explicación teórica de la necesidad de una continua incorporación de residuos vegetales al suelo en forma superficial. En efecto, estos coloides sufren una lenta pero continua descomposición y su poder de mejoramiento de la estructura y aumento de la resistencia de los suelos a la erosión se pierde con el tiempo.

## Fundamentos teóricos de los ensayos realizados.

1º) En la naturaleza el aporte principal de materia orgánica a los suelos consiste en *materiales maduros, muy ricos en celulosa,* que se descomponen *sobre la superficie del suelo.* La cantidad aportada por una pradera natural varía entre 1,6 y 5,0 toneladas/ha/año según Weaver y Clements.

2º) En las condiciones artificiales de la agricultura el aporte de residuos vegetales puede ser igual o mayor que en condiciones naturales, oscilando entre 2.300 kg para un rastrojo de maíz según Ohlrogge (1950), 2.100 kg para trigo, 1.500 kg para avena, 1.800 kg para soja, etc., según el mismo autor. Quant (1959) en el Chaco para rastrojos de algodón ha encontrado datos promedio de 5.000 kg/hectárea con un mínimo de 500 kg y un máximo de 18.000 kg.

En pastoreos artificiales se puede estimar según Goedewaagen y Schuurman (1950) en 5.000 kg/ha/año la cantidad de materia orgánica que se incorpora al terreno.

3º) El principal constituyente de todos estos materiales maduros que caen sobre el terreno es la celulosa, 20-50 % del total según Wakeman (1952). Según Winogradsky (1929) la descomposición aerobia de la celulosa por su enorme volumen, constituye la base de la microbiología del suelo, siendo la descomposición aerobia el proceso dominante en condiciones naturales.

4º) La descomposición aerobia de la celulosa según numerosos trabajos, Winogradsky (1929), Rubentschick (1930), Walker y Warren (1938), Molina y Spaini (1946, 1947, 1948, 1949 y 1950), etc., deja como residuo muy abundante un coloide poliurónido que incorporado a suelos de muy distinto origen aumenta notablemente su resistencia al impacto de las gotas de agua. Este aumento medido por el método Mc Calla (1942) es de unas 5-10 veces en suelos de la pradera pampeana y puede llegar a más de 50 veces en suelos rojos subtropicales. Por cada 100 gr de celulosa descompuesta se pueden producir hasta 16,8 gr de coloide orgánico (peso seco a 105-110° C.).

5º) La dosis óptima en que actúa este coloide con la máxima eficacia está alrededor de 1 ‰, lo que indica junto con la gran capacidad de producción del mismo a partir de la celulosa, la posibilidad de un rápido mejoramiento de suelos con poca resistencia a los agentes erosivos.

6º) En un trabajo reciente, Molina y Quant han podido comprobar que cuando se sembraban trozos de chala de maíz en descomposición en condiciones naturales, sobre cajas de sílico-gel para bacterias de la celulosa, casi todos los trozos daban lugar a la formación de colonias aerobias productoras de coloide, lo que revelaría su predominio en las condiciones naturales de descomposición de los rastrojos.

7º) Los recientes trabajos mencionados en la reseña bibliográfica, han permitido comprobar en suelos muy distintos la presencia de coloides orgánicos muy

similares a los producidos por las bacterias que descomponen celulosa en aerobiosis.

8º) Se han realizado trabajos de laboratorio que permitieron comprobar que el agregado superficial de chala de maíz, en sólo tres meses, aumentaba más de 4 veces la resistencia de los terrenos de suelo frente al impacto de gotas de agua, MOLINA y SAUBERÁN (1955).

9º) Resultados muy similares se obtuvieron en trabajos en gran escala realizados en distintas zonas del país, encontrándose aumentos de la resistencia de los terrenos entre 3-4 veces superiores, en suelos en los que se habían incorporado abundantes rastrojos en forma superficial, comparados con potreros vecinos en los que los mismos se quemaban.

10º) La aplicación en vasta escala (unas 100.000 ha) de los principios teóricos que anteceden, ha permitido no sólo reducir a un mínimo los problemas de erosión, tanto por agua como por viento, sino incluso obtener notables aumentos de rendimientos en carne, trigo, maíz, etc., a un costo igual o menor al habitual.

11º) En campos de pastoreo la aplicación de las mismas ideas se ha traducido en la eliminación del sobrepastoreo, dejando siempre un remanente de pasto que se incorporaba como una abundante "broza" sobre la superficie del suelo. Se logra así simultáneamente, no sólo proteger al suelo del impacto de las gotas de lluvia, sino que se evita la compactación del suelo por el pisoteo del ganado.

CONCLUSIONES:

Los resultados indicados anteriormente nos han conducido a formular la siguiente hipótesis de trabajo, la que se ha mostrado particularmente fructífera en toda clase de suelos, tanto en la región pampeana como en el Chaco, Misiones, etc.

1º) El factor decisivo para evitar la erosión de los suelos es la protección adecuada superficial de los mismos. Esta protección debe ser *permanente durante todo el año*, "year-round cover" de DULEY y RUSSEL (1942).

2º) A la acción puramente física de protección del impacto de las gotas de lluvia se une en condiciones de adecuada humedad, presencia de nitrógeno y abundante aireación, la producción en gran escala de coloides poliurónidos por las bacterias de la celulosa. Estos coloides aumentan notablemente la resistencia de los suelos a la erosión.

3º) Esta acción protectora de los coloides poliurónidos no es permanente, por lo que hay una segunda razón aparte de la protección física, para mantener un aporte continuado de materia orgánica a los suelos en forma superficial.

4º) En condiciones naturales, dado que los residuos de la vegetación espontánea se descomponen sobre la superficie del suelo, se tienen las condiciones ideales para la producción de coloides poliurónidos a partir de celulosa. Sin embargo este proceso puede ser mejorado y acelerado en las condiciones comunes de la explotación agropecuaria argentina; mediante el uso de métodos adecuados de manejo de los rastrojos y de los residuos de los campos de pastoreo.

5º) La necesidad de disponer de abundante humedad y de una adecuada provisión de nitrógeno indicaría, según nuestra experiencia, que el mejor sistema consistiría en dejar un 50 % de los rastrojos como protección física sobre la superficie del suelo e incorporar el 50 % restante en los primeros 10-15 centímetros de suelo. Implementos de uso común como los arados rastra, rastras de discos de doble acción tipo pesado, etc., cumplen esta tarea perfectamente.

BIBLIOGRAFÍA


DULEY, F. L. and RUSSEL, J. C.: USDA. *Misc. Public.*, nº 494. 1942.

DUFF, R. B.: *Chemistry and Industry*, 1952, 1104.

FORSYTH, W. G. C.: *Biochem. J.*, 1950, **46**, 141.

GOEDEWAAGEN, M. A. J. and SCHUURMAN, J. J.: Fourth Intern. Congress Soil Sci. *Transact* 1950, **2**, 28.

MC CALLA, T. M.: *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 1942, **7**, 209.

MOLINA, J. S. y QUANT, J.: Inédito.

MOLINA, J. S. y SAUBERÁN, C.: *Rev. Arg. Agron.*, 1955, **22**, 154.

MOLINA, J. S. y SAUBERÁN, C.: *Agotamiento, erosión y recuperación de suelos en la República Argentina*. Editorial Hombre y Suelo. Buenos Aires, 1957.

MOLINA, J. S. y SPAINI, L. S.: *Ciencia e Investigación*, 1946, **2**, 402.

MOLINA, J. S. y SPAINI, L. S.: *Rev. Arg. Agron.* 1947, **14**, 20.

MOLINA, J. S. y SPAINI, L. S.: *Rev. Arg. Agron.* 1948, **15**, 113.

MOLINA, J. S. y SPAINI, L. S.: *Rev. Arg. Agron.* 1949, **16**, 33.

MOLINA, J. S. y SPAINI, L. S.: Trabajo presentado al V Congreso Internacional de Microbiología. Río de Janeiro, 1950. Inédito.

NICHOLS and GRAY: Citado por MUSGRAVE, G. W y NICHOLS, M. L.: *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 1941, **7**, 22.

OHLROGGE, A. J.: Purdue University. Agric. Exp. Sta. *Bull.* 635, 1956.

QUANT, J.: Inédito. Presentado a la Primera Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo.

RUBENTSCHICK, L.: Proc. Soc. Intern. Congress Soil Sci. Moscow, 1930. *Third Comm.*, 158.

STALLINGS, J. H.: *Soil conservation*. Prentice Hall Inc., 1957.

WAKSMAN, S. A.: *Soil Microbiology*. John Wiley and Sons., 1952.

WALKER, E. and WARREN, F. L.: *Biochem. J.*, 1938, **32**, 31.

WHISTLER, R. L. and KIRBY, K. W.: *Jour. Amer. Chem. Soc.*, 1956, **78**, 1755.

WINOGRADSKY, S.: *Ann Inst. Pasteur*, 1929, **43**, 549.

## Fuentes de fósforo utilizadas por el *Azotobacter* mediante el uso de placas de tierra moldeada *

(*Comunicación*)

JORGE S. MOLINA y JUAN QUANT

*Introducción*: El fósforo tiene una importancia fundamental en el desarrollo del *Azotobacter* y por lo tanto en la fijación del nitrógeno atmosférico por este tipo de bacterias, JENSEN (1954).

La escasez generalizada de fósforo en los suelos de la pradera pampeana, hace especialmente interesante el estudio de las fuentes de fósforo más adecuadas para el *Azotobacter* en los mismos.

El objetivo del trabajo consistió en estudiar el efecto de diversas fuentes de fósforo orgánico e inorgánico en relación con diferentes fuentes de carbono y en distintos tipos de suelos.

*Material y métodos*: El método utilizado es el mismo descripto en un trabajo anterior, MOLINA y SAUBERÁN (1954).

Las fuentes de fósforo orgánico e inorgánico empleados fueron las siguientes:

Glicerofosfato de sodio (50 % sal Códex), lecitina, fitina, fosfato monopotásico, fosfato dipotásico, fosfato monosódico, fosfato disódico, fosfato tricálcico, apatita, hiperfosfato y superfosfato de calcio.

Los suelos estudiados fueron los siguientes:

Médano "vivo" de Pirovano (prov. de Buenos Aires).

Médano de la misma localidad en tren de recuperación.

Suelo arenoso pobre en materia orgánica. Girodias (prov. de Buenos Aires).

Suelo arenoso rico en materia orgánica.

Suelo virgen de Los Surgentes (prov. de Córdoba).

Suelo "cansado" Los Surgentes (prov. de Córdoba).

Suelo mejorado Los Surgentes (prov. de Córdoba).

Suelo virgen del Chaco (Machagai).

Suelo agotado del Chaco (Machagai).

Suelos vírgenes de Misiones.

Suelo agotado y erosionado de Misiones.

Suelos de "lombriceras".

Suelos comunes de Carlos Casares, Pirovano, Azul, Tandil, etc.

Material de "compost".

*Resultados*: Los resultados generales obtenidos hasta el momento pueden sintetizarse en la siguiente forma:

1º) El glicerofosfato de sodio se reveló en casi todos los suelos estudiados como la mejor fuente de fósforo. Sobre todo en suelos arenosos pobres en materia orgánica es el único agregado de fósforo al que reacciona el *Azotobacter* en forma positiva. Es interesante hacer notar que como demostraron MOLINA *et al.* (1959) el glicerefosfato de sodio puede actuar en forma simultánea como fuente de carbono y fósforo.

2º) La fitina presenta un interés especial dado que una gran parte del fósforo orgánico presente en los suelos está en una forma muy similar, fosfatos de inositol y fitatos de hierro y aluminio, WRENSHALL y DYER (1941).

3º) La lecitina dio buenos resultados con la particularidad de que alrededor del agregado del producto se formaban dos anillos de crecimiento, uno interior constituído por hongos (la lecitina contiene nitrógeno) y otro exterior de *Azotobacter*.

4º) El fosfato disódico fue la mejor fuente de fósforo inorgánico en casi todos los suelos ensayados. Generalmente no es tóxico ni aún a elevadas concentraciones.

5º) El fosfato dipotásico es después del anterior la mejor fuente inorgánica y aún lo supera en suelos de Azul y Tandil. Lo mismo ocurrió en un suelo arenoso de Girodias muy rico en materia orgánica (5,8 %). Generalmente presenta un círculo de inhibición bastante marcado, lo que indica su toxicidad a altas concentraciones.

6º) Los fosfatos monosódico y monopotásico presentan generalmente círculos de inhibición bastante

* Trabajo realizado en el Laboratorio de Microbiología Agrícola (INTA), con el apoyo conjunto de la Fundación Juan Bautista Sauberán y el Instituto Agrotécnico de la Universidad Nacional del Nordeste.

grandes, mucho más marcados en el caso de la sal de potasio.

7°) El superfosfato de calcio usado como abono corrientemente dio resultado negativo en la mayoría de los suelos ensayados, siendo incluso netamente inhibidor del desarrollo del *Azotobacter* en suelos con fósforo asimilable. Sin embargo se obtuvieron óptimos resultados con esta fuente de fósforo en suelos arenosos muy ricos en materia orgánica de Girodias, suelos calcáreos muy arcillosos de Marcos Juárez y suelos rojos de Misiones muy ricos en materia orgánica, tales como material de "lombriceras" y "compost". Hemos denominado así al material formado por las lombrices criadas especialmente por un productor misionero, el Sr. Alberto Roth, de Santo Pipó, el que nos facilitó asimismo las muestras de "compost" ensayadas.

Aparentemente la escasez de materia orgánica en cantidad suficiente en la mayoría de los suelos de las praderas pampeanas y quizás también un posible exceso de acidez en nuestros superfosfatos, hacen que su utilización, al menos por el *Azotobacter* y en las condiciones indicadas en estos ensayos, se vea seriamente disminuída.

8°) El fosfato tricálcico al igual que la apatita, hiperfosfato, etc., no dieron resultados positivos en las condiciones ensayadas. Se trata de productos de muy lenta solubilización en el suelo y hay que tener en cuenta que estos ensayos sólo duran 3-4 días como máximo.

9°) Se ensayaron numerosas fuentes de carbono en combinación con los agregados de fósforo y generalmente hubo muy pocas variantes entre los diversos productos. Las fuentes carbonadas fueron las que se indican en otro trabajo, Molina *et al.* (1959).

10°) Como hecho interesante debemos indicar que cuando se agregó un cultivo de *Azotobacter* como inoculante, a suelos que ya lo contenían naturalmente en cantidad, se tuvieron inconvenientes traducidos en desarrollo escasos o nulos. En varios casos fue preferible no inocular y dejar desarrollar espontáneamente a los *Azotobacter* ya existentes en el suelo.

*Discusión*: Jensen (1954 *b*) indica la importancia de los fosfatos orgánicos como fuentes de fósforo para el *Azotobacter* en cultivo puro. Incluso la exigencia en magnesio de esta bacteria disminuye apreciablemente si se usa una fuente orgánica de fósforo, como por ejemplo el glicerofosfato de calcio.

Schollenberger (1920) indica que en suelos de Ohio el fósforo orgánico constituye entre el 18 y el 52 % del fósforo total presente en el suelo. Dean (1938) en un estudio de 34 suelos diferentes de diversas partes del mundo encontró que de un 8 a un 50 % del fósforo total estaba constituído por fósforo orgánico.

Wrenshall y Dyer (1941) analizando cuantitativamente la composición del fósforo orgánico del suelo encontraron que entre un 26,5 y un 35 % del mismo está presente como ácido fítico, a lo que debe agregarse de 11,4 a un 14,1 % que se encuentran como derivados del mismo ácido.

Dean (1949) indica que la idea de que una parte importante del fósforo orgánico del suelo está formada por fosfatos de inositol parece estar bien apoyada por los hechos.

Rogers *et al.* (1940) indican que tanto la fitina como la lecitina son absorbidas directamente por las raíces de plantas de tomate y maíz. Indican además que tanto el ácido nucleico como los nucleótidos y el glicerofosfato de calcio se descomponen en contacto con las raíces dando fósforo inorgánico, pero que de todas maneras desde el punto de vista práctico, también estas formas de fósforo son directamente asimilables por la acción de las plantas.

Los resultados obtenidos con el uso de fosfatos orgánicos en este trabajo confirmarían las observaciones precedentes, siendo especialmente interesante el hecho de que en suelos muy pobres en materia orgánica (médanos "vivos") el glicerofosfato de sodio sea la única fuente de fósforo utilizable por el *Azotobacter*.

La circunstancia de que estos compuestos orgánicos de fósforo no se pueden determinar con los métodos químicos corrientes de análisis de fósforo asimilable, explicarían algunos hechos paradojales que se encuentran en algunos trabajos sobre presencia de fósforo asimilable en los suelos argentinos.

## CONCLUSIONES

1°) De las diversas fuentes de fósforo ensayadas, el glicerofosfato de sodio se reveló como la mejor en casi todos los suelos.

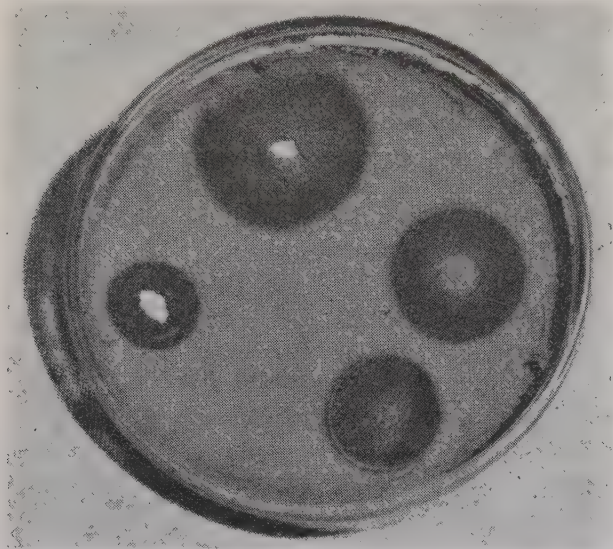
2°) Tanto la fitina como la lecitina dieron buenos resultados.

3°) El fosfato disódico fue la mejor fuente de fósforo inorgánico en casi todos los suelos ensayados.

4°) El superfosfato de calcio utilizado corrientemente como abono no dio resultado positivo en la ma-

yor parte de los suelos ensayados, salvo en suelos muy ricos en materia orgánica y/o calcáreo.

5º) La utilización en forma preferencial en muy distintos tipos de suelos de fuentes de fósforo orgánico, indica la importancia de no descuidar este factor en los análisis de fósforo asimilable, que es lo que ocurre en la mayoría de los métodos químicos usados actualmente en nuestro país.



Aspecto de una caja de tierra moldeada con manita. Suelo erosionado carente de fósforo asimilable. Los círculos de desarrollo de *Azotobacter* a partir del extremo superior inclusive y en el sentido de las agujas del reloj son glicerofosfato de sodio, fosfato dipotásico, fosfato disódico y fitina.

BIBLIOGRAFÍA


JENSEN, H., 1954: The Azotobacteriaceae. *Bact. Rev.* **18**: 195-213.

— 1954: b. The magnesium requirements of *Azotobacter* and *Beijerinckia*. *Acta Agric. Scand.* **4**: 224-236.

DEAN, L. A., 1938: An attempted fractionation of the soil phosphorus. *J. Agric. Sci.* **28**: 234-244.

— 1949: *Advances in Agronomy.* **1**: 391-411.

MOLINA, J. S. y SAUBERÁN, C., 1954: Una modificación al método de las placas de tierra moldeada de Winogradsky. *Ciencia e Investigación.* **10**: 418-420.

MOLINA, J. S., QUANT, J. y LUNDBERG, G. A., 1959: Fuentes de carbono utilizadas por el *Azotobacter* en placas de tierra moldeada. Inédito. Entregado para su publicación *.

PEARSON, R. W. and SIMONSON, R. W., 1939: Organic phosphorus in seven Iowa soil profiles. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **4**: 162-167.

ROGERS, T. H., PEARSON, R. W. and PIERRE, W. H., 1940: Absorption of organic phosphorus by corn and tomato plants and the mineralizing action of exo-enzimes systems of growing roots. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **5**: 285-291.

SCHOLLENBERGER, C. J., 1920: Mencionado por DEAN (1949).

WINOGRADSKY, S., 1926: Études sur la microbiologie du sol. *Ann. Inst. Pasteur.* **40**: 455.

WRENSHALL, C. L. and DYER, W. J., 1941: *Soil Sci.* **51**: 235-248.


* Presentado en la Primera Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo.

## Fuentes de carbono utilizadas por el *Azotobacter* en placas de tierra moldeada *

*(Comunicación)*


JORGE S. MOLINA, JUAN QUANT y GUSTAVO A. LUNDBERG


*Introducción*: Según JENSEN (1954) el aspecto menos conocido de las bacterias aerobias fijadoras de nitrógeno es el papel real que desempeñan en el suelo. Uno de los puntos más oscuros es el de las fuentes de carbono que utiliza el *Azotobacter* en condiciones naturales.

El objeto de la presente comunicación es indicar los resultados preliminares obtenidos en el estudio de la utilización por el *Azotobacter* de diferentes fuentes de carbono, mediante el uso de placas de tierra moldeada sin esterilizar.

*Material y métodos*: Se usó el método de las placas de tierra moldeada de WINOGRADSKY con la modificación introducida por MOLINA y SAUBERÁN (1954).

Se utilizaron las distintas fuentes de carbono que se indican a continuación, realizándose en muchos casos ensayos de diferentes tipos de suelos con la misma fuente carbonada. Los diversos suelos ensayados se indican en otra publicación (MOLINA y QUANT, 1959).

En todos los casos simultáneamente con el ensayo de una fuente de carbono se probaron en la misma caja cuatro fuentes distintas de fósforo, lo que permitió tener una visión de conjunto de la interacción


* Trabajo realizado en el Laboratorio de Microbiología Agrícola (INTA), con el auspicio conjunto de la Fundación Juan Bautista Sauberán y el Instituto Agrotécnico de la Universidad Nacional del Nordeste.

de estos dos factores, quizás los más importantes en el desarrollo del *Azotobacter*. La influencia de las fuentes de fósforo se indica en otro trabajo ya mencionado (MOLINA y QUANT, 1959).

RESULTADOS.

*Desarrollo excelente*: Glucosa, levulosa, galactosa, arabinosa, lactosa, sacarosa, maltosa, inulina, manita, inositol, almidón común (5 %), dextrina blanca (5 %), glicerina, citrato de sodio, piruvato de sodio, glicerofosfato de sodio (2 %), alcohol etílico y alcohol butílico (0,2 %).

La dosis usada fué de 1 % excepto donde se indica expresamente una proporción distinta.

Entre los productos nuevos no indicados anteriormente por POCHON y TEHAN (1948) usando el método original de WINOGRADSKY figuran glicerofosfato de sodio, glicerina e inositol. La arabinosa, lactosa, y butanol que según estos autores dan desarrollo escaso nos dieron un resultado excelente. En el caso de butanol hubo que reducir la concentración pues la de 1 % indicada por estos autores resultaba tóxica.

Las principales diferencias encontradas entre los distintos tipos de suelos ensayados fueron las siguientes:

1º) El almidón de trigo da buenos resultados en casi todos los suelos; salvo excepciones tales como suelos calcáreos muy arcillosos de Marcos Juárez, en los que se produce una proliferación excesiva de anaerobios, lo que dificulta bastante la lectura de las cajas. En esos casos lo mejor es el empleo de alcohol etílico al 1 %. Además en suelos muy arenosos el almidón tampoco da buenos resultados, a no ser que se los inocule con bacterias anaerobias. Es muy útil en estos casos el empleo de caolín lavado al 20 % según indicaciones de WINOGRADSKY (1926).

2º) El alcohol etílico ya sea absoluto, de 96° e incluso el desnaturalizado (alcohol común de quemar) da buenos resultados en prácticamente todos los suelos.

3º) La maltosa como producto de degradación del almidón es especialmente interesante, como asimismo por su estrecha semejanza de composición química con la celobiosa, producto de descomposición de la celulosa. En un ensayo comparativo con otros azúcares se reveló como el que permitía el más rápido desarrollo del *Azotobacter*.

4º) El inositol aparte de su importancia como elemento básico de muchos compuestos fosforados orgánicos del suelo, presenta la peculiaridad de que con esta fuente de carbono desarrollan en muchos suelos del Chaco, tipos especiales de *Azotobacter*, muy diferentes del típico *A. chroococcum* que es lo habitual en casi todos los suelos estudiados en este trabajo. Preferentemente desarrollan colonias verdosas tipo *A. vinelandii*.

*Discusión*: Según JENSEN (1954) y POCHON y TCHAN (1948) los compuestos carbonados que el *Azotobacter* puede utilizar en cultivo puro son muy numerosos. La situación cambia radicalmente según estos últimos autores si se hace desarrollar al *Azotobacter* en placas de tierra moldeada sin esterilizar.

En esas condiciones, en competencia con el resto de la microflora del suelo, la lista de los compuestos utilizables es mucho más corta.

Especialmente interesante es la utilización del glicerofosfato de sodio como fuente de carbono ya que es al mismo tiempo una de las mejores fuentes de fósforo, JENSEN (1954) y MOLINA y QUANT (1959).

El inositol que bajo la forma de fosfato de inositol constituye una parte muy importante del fósforo orgánico del suelo, RUSELL (1950), tiene particular importancia ante la comprobación de que las fuentes de fósforo orgánico son asimiladas por el *Azotobacter* en forma aún más rápida que los fosfatos inorgánicos (MOLINA y QUANT, 1959).

## CONCLUSIONES

1º) Se confirman los resultados obtenidos por POCHON y TCHAN (1948) sobre la utilización de diversas fuentes de carbono por el *Azotobacter*, usando en este caso una modificación del método original de WINOGRADSKY.

2º) Se añaden nuevas sustancias no mencionadas por dichos autores tales como glicerofosfato de sodio, glicerina e inositol.

3º) Especialmente interesante es el inositol dada su abundancia en los compuestos fosforados orgánicos del suelo.

## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

JENSEN, H. L., 1954: The Azotobacteriaceae. *Bact. Reviews* **18**: 195-213.

MOLINA, J. S. y SAUBERÁN, C., 1954: Una modificación al método de las placas de tierra moldeada de Winogradsky. *Ciencia e Investigación* **10**: 418-420.

MOLINA, J. S. y QUANT, J., 1959: Inédito. *

POCHON, J. et TCHAN, Y. T., 1948: *Précis de Microbiologie du sol.* Dunod. París.

RUSSELL, E. J., 1950: *Soil conditions and plant growth.* Longmans Green and Co. London.

WINOGRADSKY, S., 1926: Etudes sur la microbiologie du sol. *Ann. Inst. Pasteur* 40: 455.

## Reemplazo del fósforo por arsénico en cajas de tierra moldeada de Winogradsky **

(*Comunicación*)

JORGE S. MOLINA y PEDRO FUENTES GODO

En otro trabajo (MOLINA y QUANT, 1959) se ha indicado la gran importancia que tiene el fósforo como elemento básico del desarrollo del *Azotobacter* y por ende en la fijación del nitrógeno atmosférico por este tipo de bacterias.

En una de las placas de tierra moldeada en las que se estaba ensayando el efecto de diversas sustancias sobre el *Azotobacter,* llamó la atención el neto efecto estimulante del arseniato de sodio. Posteriormente ante las estrechas relaciones existentes entre los fosfatos y los arseniatos puesta de manifiesto en varias reacciones comunes, tales como la precipitación conjunta con fosfomolibdato de amonio, lugar que ocupan en la tabla periódica de los elementos y sobre todo el comportamiento similar según DEMOLON (1938) de los aniones fosfatos y arseniatos, nos indujo a estudiar la posibilidad de reemplazar al fósforo por arsénico.

El objeto del presente trabajo se limita a estudiar el efecto del agregado de arsénico en lugar de fósforo en placas de tierra moldeada, utilizando diferentes suelos y varias fuentes de carbono.

*Material y métodos*: Se usó el método de las placas de tierra moldeada de WINOGRADSKY (1926) con la modificación introducida por MOLINA y SAUBERÁN (1954).

Como fuente de arsénico se utilizó el arseniato de sodio p.a. de MAY and BAKER y circunstancialmente el arsenito se sodio puro de HOPKIN and WILLIAMS.

Se emplearon diferentes suelos de la región pampeana, Chaco y Misiones.

*Resultados*: Las observaciones más importantes hechas en el curso de numerosos ensayos fueron las siguientes:

1°) En los suelos comunes de la región pampeana estudiados el agregado de arseniato de sodio se revela como aún mejor estimulante del desarrollo de *Azotobacter* que el glicerofosfato de sodio y el fosfato disódico, las dos mejores fuentes de fósforo encontradas por MOLINA y QUANT (1959); utilizando alcohol etílico al 1 % como fuente de carbono.

2°) En los mismos suelos usando glicerofosfato de sodio como fuente de carbono el arsénico se comportó como netamente tóxico para el *Azotobacter.* El mismo resultado se obtuvo con glicerina y lactosa.

3°) La maltosa en iguales concentraciones presenta un efecto estimulante del arsénico pero mucho menor que en el caso del alcohol.

4°) En la preparación de placas de tierra moldeada, en lugar de la solución al 1 % de fosfato disódico que se emplea cuando se quiere lograr desarrollo del *Azotobacter* en toda la superficie de las cajas (en los suelos sin fósforo asimilable), se utilizó arseniato de sodio al 1 %. Usando maltosa como fuente de carbono se obtuvo mayor desarrollo en las cajas de arseniato que en otras testigo con fosfato preparadas simultáneamente.

5°) En suelos muy ricos en materia orgánica y de reacción neutra (campos bajos de Rojas, provincia de Buenos Aires), el arsénico se reveló como extraordinariamente tóxico para el *Azotobacter.* Se trata de suelos con abundante *Azotobacter* y muy ricos en calcio y fósforo asimilables.

6°) Utilizando piruvato de sodio como fuente de carbono, en los suelos comunes de la pradera pampeana hay un desarrollo excesivo de hongos en toda la caja, obteniéndose el mejor desarrollo de *Azotobacter* alrededor del arseniato de sodio que inhibe completamente el desarrollo de los hongos.

7°) En cajas con maltosa el arsenito de sodio estimula al *Azotobacter* pero en mucho menor proporción que el arseniato.

8°) En suelos ricos en calcio y fósforo asimilable del Chaco con glucosa como fuente de carbono, el arseniato es estimulante pero menos que el glicerofosfato de sodio, fosfato disódico y fosfato dipotásico que se usaron como controles.

* Presentado a la Primera Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo.

** Trabajo realizado en el Laboratorio de Microbiología Agrícola (INTA), con el auspicio conjunto de la Fundación Juan Bautista Sauberán y el Instituto Agrotécnico de la Universidad Nacional del Nordeste.

*Discusión*: Los datos indicados por POCHON Y BARJEAC (1958) ponen en evidencia la posible importancia del arsénico en el suelo, no sólo por formar parte de toda célula viva, sino también por la particularidad de existir una estrecha correlación entre contenido de materia orgánica y cantidad de arsénico, encontrándose el máximo de este elemento en las tierras negras (horizontes superiores).

SCURTI (1947) aunque indica que el arsénico es un potente veneno para las plantas, menciona que se han registrado efectos estimulantes, con el agregado de arseniato y arsenito hasta un 0,4 % en suelos dedicados al cultivo de remolacha azucarera. Además riegos moderados con soluciones de arseniato de sodio se han mostrado ventajosos para el desarrollo de papas, trigo, habas, rabanitos, etc.

DORMAN Y COLEMAN (1939) indican que con aplicaciones livianas de arseniato de calcio se obtuvieron mejoras en el desarrollo de plantas de algodón en suelos franco-arenosos.

Los resultados obtenidos con suelos de muy distinto origen indican la posibilidad de sustituir en algunos casos al fósforo por arsénico en las cajas de tierra moldeada.

De acuerdo con la fuente de carbono usada el arsénico se comporta como reemplazante del fósforo o como potente inhibidor, lo que permitiría estudiar el metabolismo carbonado del *Azotobacter* en determinadas condiciones.

No se ha determinado aún si se trata de una real sustitución del fósforo por arsénico en el metabolismo del *Azotobacter* o si es simplemente una reacción de intercambio de aniones, con la correspondiente liberación de aniones fosfóricos del complejo coloidal del suelo, posibilidad que parecería indicar los trabajos de DEMOLON (1938), sobre liberación de fósforo asimilable por el agregado de silicatos, humatos, etc.

Sin embargo las diferencias notables de acuerdo a una u otra fuente de carbono, indican claramente que el fenómeno es bastante complejo.

CONCLUSIONES.

1º) En placas de tierra moldeada el arseniato de sodio reemplaza al fosfato de sodio como estimulante del desarrollo del *Azotobacter*.

2º) Según se use una u otra fuente de carbono, el arseniato se comporta como estimulante o inhibidor, lo que indica la posibilidad de usarlo como instrumento para estudiar el metabolismo carbonado del *Azotobacter*, directamente en condiciones naturales.

3º) Se desconoce el mecanismo íntimo de la reacción, pudiéndose tratar de un reemplazo del fósforo por arsénico en el metabolismo del *Azotobacter* o simplemente de una reacción de intercambio aniónico con liberación de fósforo asimilable.

BIBLIOGRAFÍA

MOLINA J. S. y QUANT, J., 1959: Fuentes de fósforo utilizadas por el *Azotobacter* en placas de tierra moldeada. Inédito. Entregado para su publicación. *

MOLINA, J. S. y SAUBERÁN, C., 1954: Una modificación al método de las placas de tierra moldeada de Winogradsky. *Ciencia e Investigación*: **10**: 418-420.

POCHON, J. et BARJEAC, H. DE, 1958: *Traité de microbiologie des sols*. Dunod et Cie. París.

SCURTI, F., 1947: I biocatalizzatori inorganici dei vegetali e alcuni male della grande coltura. *Ricerca scientifica e riconstruzione* **17**: 818-848.

DORMAN, C. and COLEMAN, R., 1939: *Jour. Amer. Soc. Agron.* **31**: 966-971. Citado por W. E. BRENCHLEY.

DEMOLON, A., 1938: *La dinamique du sol*. Dunod et Cie. París.

## Excipiente apto para inocular semillas de leguminosas en seco

(*Comunicación*)

ENRIQUE SCHIEL, ELIZABETH G. DE OLIVERO Y MANUELA YEPES

En el año 1956 se inició la búsqueda de un excipiente inorgánico con características especiales para la inoculación ''en seco'' de semillas de leguminosas cultivadas, que permitiera una fácil y directa incorporación al polvo de cepas de *Rhizobium* multiplicadas sobre medios semi-sólidos, sin perjuicio de emplear también medios líquidos.

*Material y métodos*: Se emplearon cepas de varias especies de *Rhizobium* pertenecientes a la colección del Instituto de Microbiología e Industrias Agropecuarias, cultivadas sobre el medio de ASHBY modificado; como medios de cultivo para plantas, el de CRONE modificado por BRYAN en frascos, y ver-

* Presentado a la Primera Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo.

miculita en macetas, sub-irrigadas con los macro y microelementos necesarios.

Como componentes del excipiente se emplearon talco y tierra de infusorios.

Los métodos generales de trabajo fueron los comunes en estas experiencias, con excepción de la esterilización y modificación física de la mezcla pulverulenta, que se efectuó por calefacción, durante 1 hora, a un mínimo de 380°-400°C, con lo que se logra un producto de humedad inicial nula, que siendo absorbente de agua en gran cantidad, la pierde rápidamente, aún a temperatura ambiente. Es así, que incorporada la suspensión o cultivo bacterial en cantidades apropiadas, el producto final resulta con una humedad final muy baja, sin que por ello pierda sus propiedades adherentes.

El pH final es casi neutro, con agregado de drogas para favorecer la nodulación y la incorporación del medio de cultivo; las células bacteriales se suspenden fácilmente una vez en contacto con agua.

*Experimentación*: Se determinó primeramente el "Efecto del calentamiento sobre la mezcla pulverulenta y sus componentes" estudiando sucesivamente la "Influencia del calentamiento sobre el poder de adsorción de la humedad del aire" que resultó prácticamente nula, y sobre el "Poder de retención del agua agregada", que también es casi nula. Posteriormente se estudió la "Adhesión de la mezcla pulverulenta a semillas de leguminosas cultivadas", con datos muy variables según especies o variedades, influyendo, como es lógico, el tamaño de las semillas y características de su tegumento. Hubo que tipificar previamente el "Método para determinar el retenimiento del polvo sobre las semillas", comparándose el poder de adhesión con dos productos comerciales, en seco y en húmedo. El excipiente propuesto adhiere "en seco" mucho más que los productos comerciales más conocidos.

Se determinó luego la manera de uniformar las dosis inoculantes en los ensayos de virulencia y eficiencia, reemplazándose los conocidos métodos actuales de calcular la dosis "por semilla" o "por kg de semilla" por otro más racional que fija las dosis de inoculación "por unidad de superficie" de las semillas, debiéndose inocular los excipientes en proporción inversa al polvo retenido por la semilla.

Finalmente, se estudió la supervivencia de las células en el polvo inoculante, mantenido a temperatura ambiente en diversos envases, pudiéndose anticipar que no necesita de envases especiales, lo cual representa otra de las ventajas de este producto sobre otros conocidos.

Las pruebas periódicas de virulencia y eficiencia se han efectuado hasta la fecha sobre alfalfa, caupí, trébol blanco, vicia morada y arveja con muy buenos resultados, aún después de períodos de estacionamiento superiores a un año. No hay pérdida de la eficiencia con el transcurso del tiempo.

## Influencia de determinadas sustancias químicas sobre la formación de nódulos, número de plantas sin nódulos y fijación del nitrógeno en alfalfa inoculada por los métodos húmedo y seco

(*Comunicación*)

Enrique Schiel, Elizabeth G. de Olivero, Manuela Yepes y Mercedes Pérez

Se dan a conocer los resultados *iniciales* obtenidos con una mezcla de sustancias químicas agregadas al flúido —agua— o al excipiente inoculante —una mezcla estéril de talco y tierra de infusorios— de semillas de alfalfa.

Se empleó un cultivo polivalente de cepas de *Rhizobium meliloti* ya conocidas en su comportamiento, efectuándose la inoculación con la misma dosis en todos los tratamientos.

Los ensayos se planearon para poder ser analizados numéricamente con 4 replicaciones por tratamiento, empleándose como medio de cultivo para las plantas, el de Crone modificado por Bryan, sin el agregado de micronutrientes, salvo aquellos que pueden haber acarreado el agar y las impurezas de las drogas puras empleadas. Por experiencia, sabemos que aún sin el agregado extra de micronutrientes, las plantas de alfalfa desarrollan sin inconvenientes sobre dicho medio.

La mezcla de drogas fue la siguiente:

| | | |
|---|---|---|
| 1) | $Ca\,H_4(PO_4)_2\,H_2O$ | 8,000 g |
| 2) | $NO_3\,Na$ | 0,400 g |
| 3) | $SO_4\,Ca.\,2H_2O$ | 0,037 g |
| 4) | $SO_2\,Mg.\,7H_2O$ | 0,037 g |
| 5) | Cl K | 0,147 g |
| 6) | Microelementos | 0,200 g |

Microelementos:

| | |
|---|---|
| $SO_4\,Mn.\,5H_2O$ | 1,330 g |
| $SO_4\,Zn.\,7H_2O$ | 2,160 g |
| $SO_4\,Cu.\,5H_2O$ | 0,190 g |
| $Bo\,O_3\,H_3$ | 0,240 g |
| $Mo\,O_4\,Na_2.\,2H_2O$ | 0,042 g |
| $SO_4\,Fe.\,7H_2O$ | 4,680 g |

Se calculó su empleo en forma tal que la concentración del bifosfato de calcio en el agua fuese del 1 ‰, agregándose 40 cc por kg de semilla. El polvo se usó a razón de 5 g por kg de semilla, siendo portador de la misma cantidad de drogas que el lote tratado con agua.

La fórmula de CRONE es un medio de cultivo desprovisto prácticamente de N, al cual hemos agregado en cada semilla una cantidad infinitesimal de nitrato de sodio y de otras drogas; teniendo en cuenta, además, que el bifosfato de calcio no puede incidir en el desarrollo de las plantas por su aporte de iones, dado que el medio está saturado de fosfato tricálcico, toda influencia sobre el contenido de nitrógeno total en las plantas debe ser atribuible a la acción indirecta de todas o algunas de las drogas sobre la nodulación y fijación del nitrógeno. Aclaramos que las drogas 3, 4 y 5 difícilmente pueden haber tenido incidencia alguna, por cuanto forman parte de la composición del medio de cultivo para las plantas; se agregaron a la mezcla por considerar que los cationes podían tener efecto sobre la nodulación y fijación del nitrógeno al ser llevados por la semilla conjuntamente con otros no agregados al medio, haciendo abstracción de la fórmula del medio de cultivo. En el futuro, para discriminar el efecto individual o sinergético de las drogas o elementos, habrá que tomar en cuenta dicha composición.

Los resultados indican claramente:

1º) Que la inoculación en seco, con o sin drogas, y el método húmedo con drogas, aumenta en forma pareja y altamente significativa el por ciento de N total, con relación a las plantas inoculadas por el método húmedo sin agregados;

2º) Que no hay diferencias en el promedio de nódulos en las plantas noduladas de los distintos tratamientos;

3º) Que hay una tendencia muy marcada a disminuir el número de plantas sin nódulos, tanto en el tratamiento húmedo como seco, cuando se agregan las drogas ensayadas.

Se concluye que hay influencia de las sustancias agregadas *y del excipiente pulverulento* sobre el por ciento de N total en los tratamientos húmedo y seco; y de las drogas agregadas, sobre el por mil de plantas sin nódulos en los mismos tratamientos. El excipiente, aún sin drogas, tiene influencia todavía no determinada en el desarrollo de los nódulos, que son de mayor tamaño y de características óptimas.

Los ensayos no son exhaustivos y no se ha discriminado la incidencia de las distintas sustancias químicas o elementos empleados, *cuyo efecto individual es en su mayoría conocido.*

Como la valorización experimental de ciertos datos requiere un gran número de recipientes, ello implica necesariamente un amplio espacio para el cultivo de plantas.

## Ensayos de uniformidad con leguminosas inoculadas, cultivadas artificialmente

(*Comunicación*)

ENRIQUE SCHIEL, ELIZABETH G. DE OLIVERO Y MANUELA YEPES

El conjunto de factores de variación en los ensayos experimentales impone —para valorizar los resultados— la fijación previa de las condiciones básicas de trabajo, mediante la ejecución de ensayos en blanco.

En experiencias con leguminosas inoculadas artificialmente con *Rhizobium*, cualesquiera sean los tratamientos, los resultados numéricos deben expresar casi siempre el contenido de nitrógeno de las plantas o parte de ellas. Se planearon ensayos de uniformidad con la finalidad primordial de precisar cifras para los análisis de nitrógeno total; en ensayos posteriores se trató de determinar la mejor forma de agrupar y repetir cifras unitarias que valorizarán otras observaciones comunes en los ensayos con leguminosas inoculadas, como ser: peso seco, número de nódulos por planta, por ciento de plantas sin nódulos y volumen total de nódulos.

*Material*: Se emplearon cepas de la colección del Instituto de Microbiología e Industrias Agropecuarias, de distinta procedencia, pertenecientes a 5 especies. Como medio de cultivo, se usó el medio de CRONE modificado por BRYAN para frascos de vidrio de 19,5 cm de altura, 6 cm de diámetro y de boca ancha; el desarrollo de las plantas es totalmente aséptico y el sistema se empleó para plantas de crecimiento lento. Para huéspedes de crecimiento rápido y gran volumen foliar inicial, se utilizaron macetas de 18,5 cm de altura, 7 cm de diámetro en el fondo y 9,5 cm en la boca, rellenadas con vermiculita; el riego se hizo por imbibición del

medio, sumergiendo el extremo basal en 3 a 4 cm de líquido, contenido en un cristalizador. Este sistema hidropónico de subirrigación por capilaridad, permite el cultivo casi totalmente aséptico hasta el momento de germinar la semilla y el cultivo individual de una o varias plantas en cada recipiente sin peligro de contaminaciones, tal como se ha comprobado prácticamente.

El agua de riego contiene los micro y macronutrientes necesarios para el buen desarrollo de las plantas y para provocar la nodulación. Como caso no común, contiene exclusivamente fosfato tricálcico como fuente de fósforo; si es necesaria la modificación del pH, éste, que es normalmente de 6,5 se puede hacer variar con proporciones distintas de fosfato tricálcico y superfosfato comercial o droga pura. Como fuente nitrogenada, se usó el sulfato de amonio; la solución contiene sólo $^1/_{20}$ de lo normal durante el primer período de riego y una vez efectuado el lavado se suprime dicha sal, por lo que no hay posibilidad de que dañe las plantas, tal como suele ocurrir bajo determinadas condiciones de cultivo.

*Métodos*: Para análisis de nitrógeno, se empleó el micrométodo de Kieldahl, modificado; para desinfectar semillas, alcohol y bicloruro de Hg. Para la distribución equidistante de semillas, sobre medio agarizado, se ideó un aparatito especial. El lavado de la vermiculita se efectuó siempre después del período inicial de nodulación, entre los riegos con nitrógeno y sin nitrógeno. Según los ensayos, se usó luz natural o luz artificial a base de tubos fluorescentes de luz blanca (tres tonos distintos) y lámparas incandescentes para cubrir todas las necesidades de radiaciones.

*Experimentación*. El ensayo de uniformidad para Trifolieas y Loteas, cultivadas sobre medio mineral agarizado se hizo con *Trifolium repens*. El resultado demostró la necesidad de agrupar 5 cifras unitarias (análisis de N por duplicado) y repetirlas 4 veces en condiciones experimentales como las descriptas, para dar validez a los análisis del por ciento de N y proteína. Para las determinaciones de peso seco son necesarias 35 cifras con dos replicaciones. Ensayos posteriores, con *Medicago sativa, Lotus corniculatus* y *Melilotus albus*, confirmaron los resultados.

Otro ensayo en blanco para plantas de las mismas tribus y además para Hedisareas, Genisteas, Vicieas y Faseoleas se hizo con *Vigna sinensis* en macetas con vermiculita. Para datos de N total, proteína, peso seco y peso total de proteína en las muestras, bajo las condiciones experimentales descriptas, son necesarias 2 repeticiones de 20 cifras unitarias, lo cual fue demostrado experimentalmente en ensayos posteriores con *Pisum sativum* y *Vigna sinensis*.

Se hizo evidente, además, que para valorizar datos mucho más variables que el por ciento de N total, el por ciento de proteína, o el peso seco, era necesario agrupar mayor número de cifras y efectuar diferente número de replicaciones, lo que exige numerosos recipientes y amplio espacio de cultivo.

## Determinación de Cu en suelos argentinos por el método biológico del *A. niger*

(*Trabajo*)

Nélida Giambiagi

El Cu, pertenece al grupo de los llamados elementos menores más estudiados en el suelo, sin embargo, como dice Pochon (1958), el concepto de microelemento implica dificultades cuando se lo quiere aplicar a la microbiología del suelo. Por ejemplo el Fe, es considerado un microelemento; pero, para los gérmenes del suelo especializados en la transformación de este elemento, deja de ser microelemento para ser el único e indispensable agente capaz de suministrarle la energía necesaria para su síntesis celular. El ciclo de los otros elementos menores en el suelo es mal conocido y quizás existan para la mayoría de ellos bacterias autótrofas específicas para las que hagan el papel de macronutrientes o, más exactamente, constituyan su única fuente energética.

Los microorganismos modifican estos elementos menores y afectan su disponibilidad a las plantas asimilándolos por oxidación, reducción, por producción de complejos orgánicos, por descomposición de estos mismos complejos, etc. La existencia de bacterias cuprosas en el suelo aún no ha sido demostrada aunque en el mar. Waksman (1943) aisló bacterias capaces de acumular Cu.

Bryner (1954) demostró que el Cu puede ser liberado de sulfuros de cobre por bacterias del S. Pero, de las transformaciones del Cu divalente —for-

ma en que se encuentra principalmente—, la naturaleza de sus ligaduras al material del suelo y su disponibilidad a las plantas por acción biológica, queda todavía casi todo por averiguar.

*Cu en suelos*: la cantidad existente en suelos agrícolas normales varía entre 2 y 60-70 p. p. m. Las deficiencias son por lo general comunes en turbas y otros suelos con alto contenido en materia orgánica y se observan también en suelos minerales arenosos o muy lavados.

Suelos deficientes según el método del *A. niger* considera MULDER (1948) a los que contienen hasta 1,5 γ por gramo. Dicho autor (1940) refiere que si un suelo cultivado en condiciones normales de aeración, es sembrado con arroz y continuamente irrigado, ciertos organismos como *Vibrio desulfuricans* y *E. coli* en anaerobiosis ligan el Cu a la materia orgánica haciéndolo inasimilable para la planta.

El papel del Cu en la nutrición celular parece debido a su función en sistemas enzimáticos. Es posible que el hecho de formar parte de la molécula de la polifenoloxidasa explique su necesidad para la pigmentación negra de las colonias de *Azotobacter* y de las esporas del *A. niger* pues la tirosina por oxidación pasa a melanina (STARKEY, 1955).

El Cu en adición a su valor nutritivo en el suelo actúa como un catalizador de oxidación haciendo asimilables a otros elementos. Otro hecho interesante lo constituye el mecanismo de acciones balanceadas de los iones: la cantidad disponible de Cu en el suelo no estaría dada únicamente por sí, sino también por interacción con otros iones. Es el caso del Mo (STARKEY), Mn (MULDER, WILLIS y PILAND) y Fe (CHAPMAN).

Hay casos de deficiencias mínimas cuya influencia no se nota en los rendimientos pero sí en los mecanismos enzimáticos de la planta (influencia en el gusto, etc.). SWANBAC (1950).

La abundancia de Cu en suelos está íntimamente conectada con el contenido de Cu en la roca madre. Los minerales constituyentes de las rocas eruptivas son muy pobres en Cu y su descomposición forma suelos deficientes en ese elemento (COPPENET y CALVEZ, 1956).

No se encontraron datos de Cu en suelos argentinos.

*Método del* A. niger *y método químico*: STEINBERG (1945) observó que los requerimientos de los elementos minerales de *A. niger* concuerdan con aque-

TABLA Nº 1

DETERMINACION DE Cu ASIMILABLE EN SUELOS DE LA PATAGONIA

ZONA SECA

| Suelo | Lluvia anual (mm) | Cu γ/gr |
|---|---|---|
| A) Suelos de estepa secos | | |
| Bella Vista | 250-300 | 4 |
| La Esperanza | 250-300 | 1,75 |
| Puerto Coig | 200-250 | 1,5 |
| Piedrabuena | 100-200 | 1,5 |
| Florida Negra | 150-200 | 1,6 |
| San Julián | 150-200 | 3 |
| Tellier | 150-200 | 2,6 |
| Fitz Roy | 150-200 | 1,5 |
| Las Heras | 200-250 | 1,5 |
| Senguerr | 150-200 | 2 |
| B) Suelos de estepa secos con riego | | |
| Piedrabuena | 100-200 | 4,5 |
| Tellier | 100-200 | 3 |
| C) Suelos de pradera sobre cursos de agua | | |
| Glencross | 250-350 | 3,5 |
| Senguerr | 150-200 | 2 |
| Gobernador Costa | 150-200 | 4,7 |
| D) Suelos de estepa semihúmeda | | |
| Monte Aymond | 300-400 | 5,5 |
| Sañicó | 300-400 | 3,8 |
| ZONA HÚMEDA | | |
| E) Suelos de estepa húmeda | | |
| Río Turbio | 400-600 | 8 |
| Esquel | 500-600 | 8,2 |
| F) Suelo turboso en estepa húmeda | | |
| Río Turbio | 400-600 | 5 |
| G) Suelo agrícola de valle boscoso | | |
| El Bolsón | 700-800 | 19,5 |
| H) Suelos de bosque | | |
| El Bolsón | 700-800 | 17,5 |
| Bariloche | 1000-1200 | 16 |
| Lago Mascardi | 1000-1200 | 8,7 |
| Lago Correntoso | 1000-1200 | 5,5 |

llos de las plantas, lo que justifica la elección del método como indicador de deficiencias. Según Gilbert (1952) en la mayoría de los suelos minerales la cantidad de Cu asimilable determinado por el método de *A. niger* concuerda con el determinado química o espectrográficamente pero, en los suelos orgánicos el método de *Aspergillus* es mucho más sensible. En la Estación Experimental Agrícola e Instituto de Investigación del Suelo de Holanda se hicieron durante la guerra 12.000 determinaciones de elementos por métodos biológicos. Se probó allí que los métodos son satisfactorios y su costo mucho menor. Con el mismo personal fue posible hacer dos o tres veces más determinaciones que con el método químico (Gerretsen, 1948).

En el presente trabajo se siguió el método de Mulder. La cepa utilizada —la del autor— fue suministrada por la doctora Nydia S. de Núñez, del Instituto de Microbiología Agrícola.

*Determinación de Cu en suelos argentinos*: se hicieron determinaciones de Cu en suelos de distintas regiones geográficas del país.

En la Patagonia, según una distribución de los suelos de acuerdo a la humedad (Garbosky y Giambiagi 1956), se obtuvieron los datos de la tabla nº 1. Se observa que la mayoría de los suelos de estepa seca analizados, presentan ligeras deficiencias en Cu, deficiencia que desaparece a medida que aumenta la cantidad de agua que reciben. En los suelos de la zona húmeda, en cambio, la cantidad de Cu se hace muy abundante. En el noreste, la zona más lluviosa del país, el Cu de los suelos analizados es muy abundante (tabla nº 2, 1ª columna), excepto en Colonia Benítez. Los suelos pertenecientes a la región pampeana, de abundantes lluvias, están bien provistos de Cu. La excepción es Magdalena, que es un suelo de arena y conchillas (2ª columna).

Otros suelos del país, La Rioja, por ejemplo en el oeste, con pocas precipitaciones, presenta ligera escasez en Cu.

De los análisis realizados parecería existir relación entre la cantidad de Cu y humedad de los suelos.

Se realizó también la determinación de Cu asimilable en algunos perfiles (tabla nº 3). Se ve en dos suelos analizados de Misiones la distribución pareja y abundante del Cu en todos los horizontes; el de La Rioja se va enriqueciendo a medida que es más profundo el perfil; el horizonte glei de Las Flores presenta más Cu que el horizonte superficial. El suelo de Castelar como el de Escriña presentan una distribución inversa: el Cu es más abundante en superficie que en profundidad. En Colonia Benítez los datos de Cu en el perfil no presentan uniformidad. El perfil de Magdalena es el que presenta la deficiencia mayor en Cu de los suelos estudiados.

BIBLIOGRAFÍA


Bryner, L. C. y al.: Ind. Engin. Chem. 1954. 46, 2587.
Coppenet, M. et Calvez, J.: Trans. VI Cong. Int. Sci. Sol. 1956. II, 13, 493.
Chapman, W. L.: Soil Sci. Soc. Am. Proc. 1939. 4, 196.
Garbosky, A. J. y Giambiagi, N.: Trans. VI Int. Cong. Soil Sci. París, 1956. II, 453.
Gerretsen, F. C.: Analytica Chimica Acta. 1948. 2, 782.
Gilbert, F. A.: Advances in Agronomy. 1952. 4, 147.
Mulder, E. G.: Analytica Chimica Acta. 1948. 2, 793.
Mulder, E. G.: Z. Pfl. Krankh. 1940. 50; 230, 264.
Mulder, E. G.: Archiv Mikrobiol. 1939. 10, 72.
Pochon, J. y De Barjac, H.: *Traité de Microbiologie des sols*. 1958. París, Dunod.
Starkey, R. L.: S. Sci. 1955. 79, 1.
Steinberg, R. A.: Soil Sc. 1945. 60, 185.
Swanback, T. R.: Connecticut Agr. Expt. St. Bulletin. 1950. 535.
Waksman, S.-J.: Marine Res. 1943, 2, 136.
Willis, L. G. and Piland, J. R.: J. Agric. Res. 1936. 52, 467.


TABLA Nº 2

| Muestra | Lluvia anual mm. | Cu gr | Muestra | Lluvia anual mm. | Cu gr | Muestra | Lluvia anual mm. | Cu gr |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wanda | 1300 | 20 | Las Flores | 900 | 4,2 | La Rioja | 300 | 1,8 |
| Cerro Azul | 1300 | 9,2 | Castelar | 900 | 6,5 | J. J. Gómez (Est. exp.) | | |
| Colonia Benítez | 1000 | 1,7 | Cap. Fed. (jardín) | 900 | 18 | Frutales | 150 | 3,5 |
| Yuquerí (quinta de frutales) | 1000 | 2,1 | Ramallo | 800 | 6 | Alfalfa | 150 | 4 |
| Yuquerí (pantano) | 1000 | 7 | Magdalena | 800 | 1,5 | Tomate | 150 | 8 |
| Escriña | 1000 | 6 | Los Toldos | 800 | 3 | Viña | 150 | 6,5 |

TABLA N° 3

DETERMINACION DE Cu EN PERFILES

| Suelo | Profundidad cm. | Cu gr | Suelo | Profundidad cm. | Cu gr |
|---|---|---|---|---|---|
| Wanda (Misiones) latosol pardo rojizo | 15-30 | 20 | Cerro Azul (Misiones) latosol pardo rojizo forestal sobre roca ácida | Aoo-6-3 | 9,2 |
| | 58-120 | 20 | | Ao -3-0 | 13,5 |
| | 120-150 | 20 | | 55-58 | 20 |
| | 150 + | | | 58 + | 20 |
| Castelar (Buenos Aires), pradera | 0-50 | 6,5 | Escriña (Entre Ríos) | Superficial | 6 |
| | 50-100 | 4,5 | | Profundo | 4,7 |
| | 100-150 | 3 | | | |
| | 150-200 | 2,7 | | | |
| La Rioja (pardo rojizo) | 20-25 | 1,8 | Las Flores (Buenos Aires) | Superficial | 4,2 |
| | 45-50 | 2 | | Profundo (horizonte Gley) | 10 |
| | 95-100 | 0,7 | | | |
| | 45-150 | 4 | | | |
| | 80 + | 9,2 | | | |
| Colonia Benítez (Chaco), planosol solodizado | 0-5 | 1,7 | Magdalena (Buenos Aires), arenoso | 0-20 | 1,5 |
| | 19-30 | 4,5 | | 20-45 | 0,2 |
| | 30-47 | 3,5 | | 0-150 | 0,2 |
| | 47-70 | 4,5 | | | |
| | 70 + | 2 | | | |

## Factores que influyen en el recuento de bacterias nitrificadoras en suelos

(*Trabajo*)

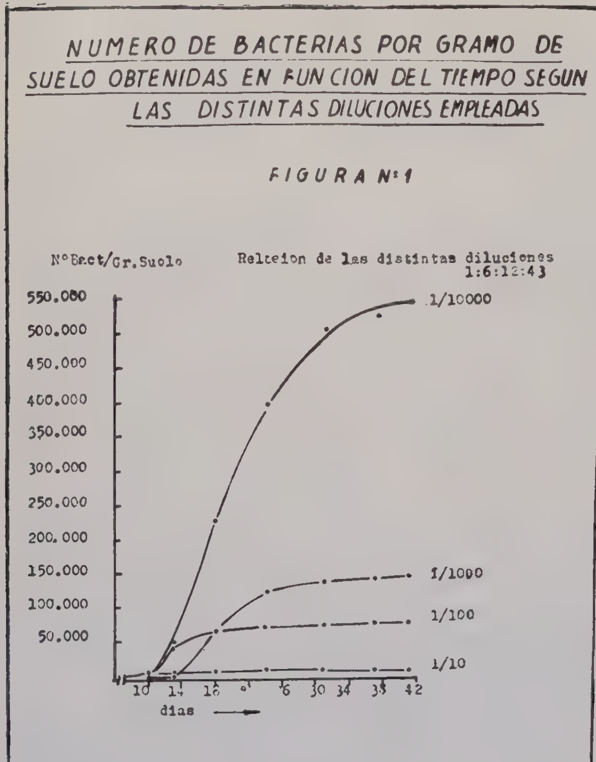
NÉLIDA GIAMBIAGI

*Antecedentes*: En recuentos de bacterias de suelo en medio agarizados ha sido observado por LAVERGNE (1954) y MEIKLEJOHN (1957) que el número de gérmenes por gramo del mismo obtenido a partir de diluciones altas es mayor que el obtenido con diluciones bajas. Dichos autores atribuyen el efecto inhibidor al suelo, estableciendo el primero de ellos un "coeficiente de retención" para cada uno. NOVOGRUDSKY (1948) habla de un factor inhibidor en ciertos barros que desaparece al someter a éstos a 65°. Específicamente para nitrificadores MILLBANK (1956) habla de la retención de Nitrosomonas agregadas al suelo si se pretende recuperarlas en medio sólido pero no retenidas al recuperarlas en medio líquido, y RUBENSCHIK (1936) observa que la actividad de ellos es retardada por adsorción de barros de lagos.

*Observaciones realizadas*: Al sembrar 1 cc de diluciones sucesivas de un suelo en cajas de sílico-gel de WINOGRADSKY, se obtienen recuentos de bacterias nitrificadoras por gramo de suelo cada vez mayores a medida que aumenta la dilución. Esta observación puede verse en escala comparativa y en función del tiempo en la figura 1. En la muestra presentada se pueden dar resultados 40 veces mayores si se toma en cuenta la dilución 1/10.000 que si se toma la 1/10. La curva de aparición de las colonias es similar a la isoterma de LANGNUIR. Se observa que el período de estacionamiento se obtiene a los 15 ó 20 días en la dilución 1/10, y que en las diluciones mayores es posterior y más alto. Del estudio de las curvas resulta notoria la existencia de algún fenómeno de inhibición mayor en la primera dilución que en las otras.

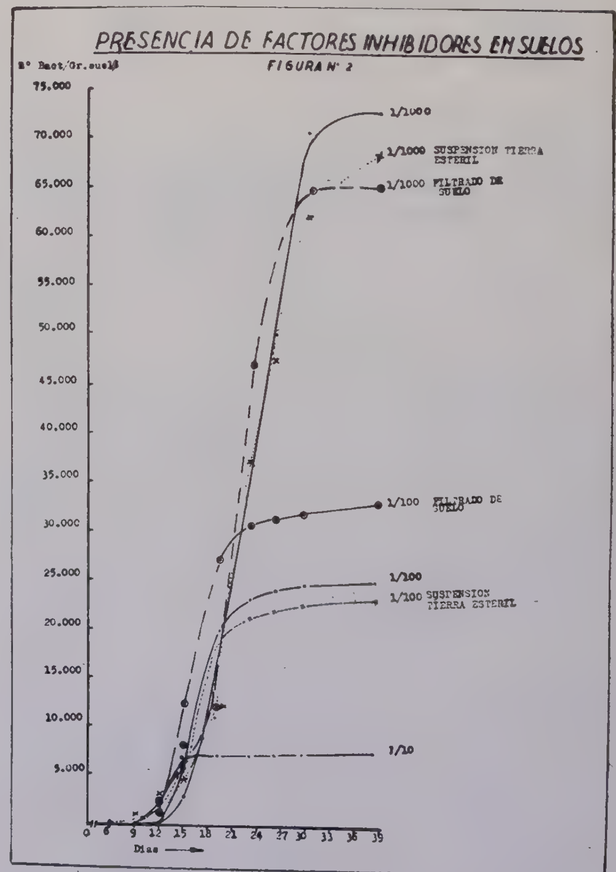
*Estudio de factores inhibitorios en el suelo*: Dada la referencia hecha a factores termolábiles en algunos suelos y (por si se tratara de inhibición por adsorción) se hicieron diluciones sucesivas de la muestra en: *a*) agua estéril; *b*) en dilución 1/10 del mismo suelo esterilizado por bujía (así todas la diluciones tenían el mismo posible factor inhibidor de la dilución 1/10), y *c*) en líquido supernadante de dilución 1/10 esterilizada en autoclave (por si tuvieran acción inhibitoria las partículas en suspensión). Se puede ver en la figura 2 que no hay dife-

rencia en los recuentos obtenidos en agua y en extractos de suelo. Tampoco se observó diferencia al hacer las suspensiones en dilución 1/10 de un suelo natural muy pobre en nitrificadores. Estas experiencias parecen indicar que el factor inhibidor no está en el suelo.

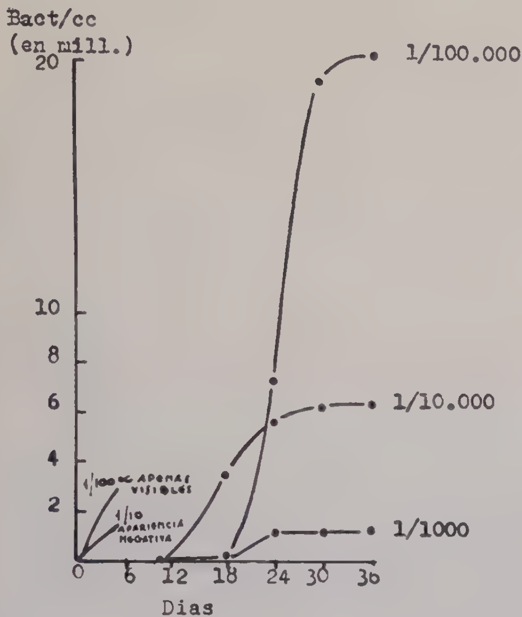


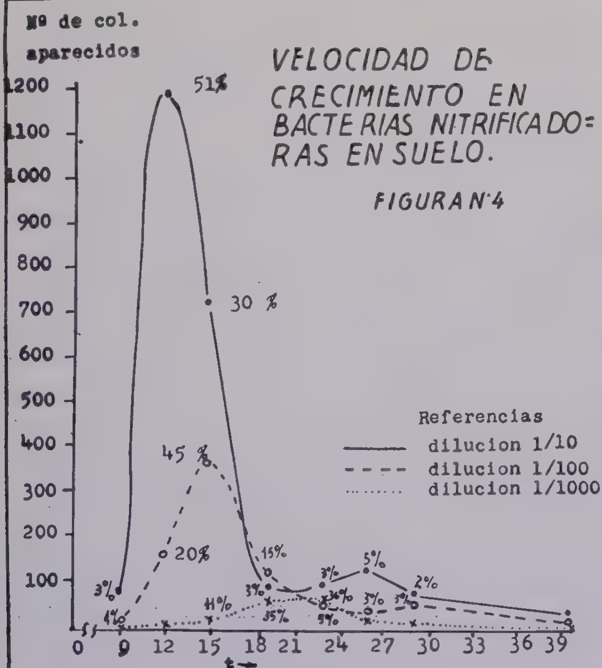

*Estudio de factores limitantes en la metodología*: Si la causa del "fenómeno de dilución" no está en el suelo se puede pensar que esté en la falta de material nutritivo, espacio, etc. La figura 3 ilustra los recuentos de una suspensión concentrada de nitrificadores en agua y se observa que la caja de dilución 1/10 parecía negativa a pesar que daba reacción positiva de $NO_2$, la 1/100 mostraba infinitos puntos pequeñísimos y sólo a partir de 1/1000 se pudo hacer la lectura de las colonias. Es probable que, dada la competencia, en la primera dilución ninguna bacteria haya desarrollado lo suficiente como para manifestarse como colonia, en la segunda hayan podido hacerlo apenas y, ya en las siguientes, presentarse colonias más grandes a medida que están más distanciadas. El hecho de manifestarse el mismo fenómeno en una suspensión de bacterias en agua que el observado en recuentos en suelos, corrobora la idea de que el factor inhibidor ha sido introducido —por lo menos en parte— con el método de siembra.

En la figura 4 se puede ver la velocidad de crecimiento de las colonias nitrificadoras por unidad de tiempo según la fórmula de LEMON (TOPLEY): $\frac{N_1 - N_0}{(T_1 - T_o)\ ½\ T_1}$ La curva que evoluciona más rápido es la de 1/10; a los 15 días ha desarrollado el 84 % del total de colonias. Los picos de máxima se van corriendo hacia la derecha. Es como si en 1/10 crecieran rápido las mejor dotadas solamente y, por razones de lucha (falta de alimentos, toxinas, etc.) inhibieran el desarrollo de las otras. En la dilución siguiente, las mejor dotadas están en un número 10 veces menor y, como la lucha es menor (el alimento, la superficie, etc., proporcionalmente a cada germen han aumentado) se podrán manifestar algunas colonias de desarrollo más lento y así sucesivamente.

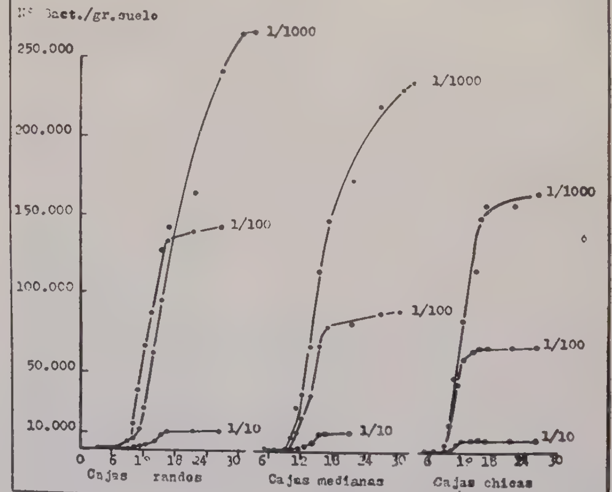



Si se siembra 1 cc de cada una de las distintas diluciones de un suelo en cajas de Petri de diferente tamaño (10, 15 y 20 cm de diámetro), se observa (fig. 5) que los resultados obtenidos son




proporcionales a las superficies sembradas. Si se calcula el número de colonias que crece por $cm^2$ se puede ver cómo al depositarse pocas bacterias por $cm^2$ las posibilidades de desarrollo para cada una de ellas aumentan. Significa que la superficie libre también puede ser un factor limitante en el desarrollo de colonias.

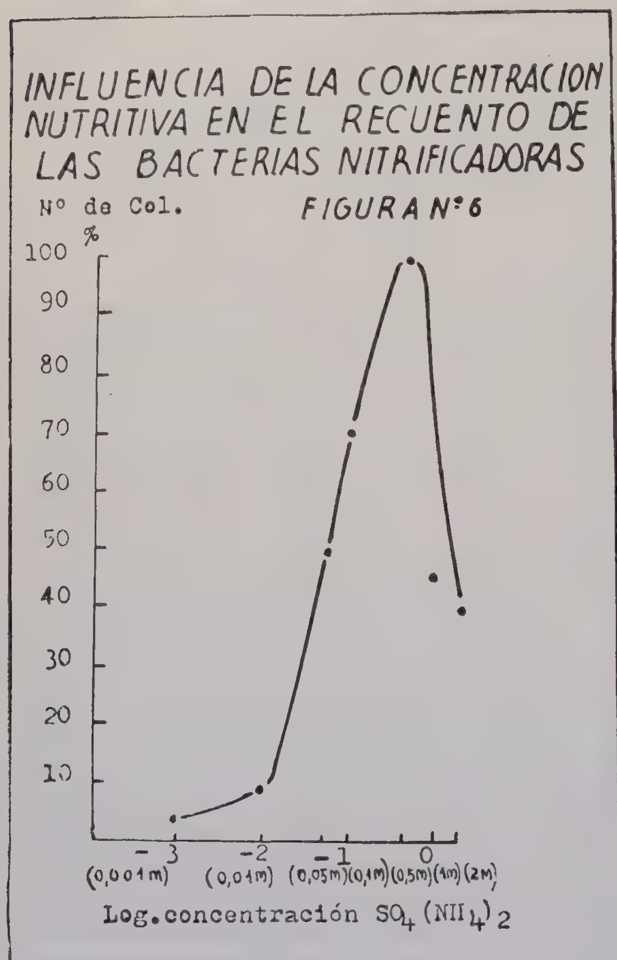



Utilizando distintas soluciones molares de sulfato de amonio en la preparación de cajas de Winogradsky y sembrando una misma dilución en todas ellas (1/100 de suelo de jardín), se obtiene la curva de la figura 6. Puede verse que el recuento de colonias presenta un óptimo a la concentración de 0,5 M del sulfato de amonio empleado para preparar el medio de cultivo. Se ve el papel que puede desempeñar la concentración energética como factor limitante.

*Discusión*: Se plantean en estas experiencias dos problemas:

1) De metodología: se nota la necesidad de "standardizar" el método de siembra de Winogradsky por dilución para poder hacer comparables los resultados. Para ello se deben hacer siembras de diluciones sucesivas y tomar la cuenta mayor (descartando las cajas de diluciones altas con muy pocas colonias que podrían ser debidas al azar). Para informar el número de bacterias por gramo de suelo, hay que tener cuidado de hacer las lecturas en el período de estacionamiento de aparición de las colonias. El comienzo de dicho período es variable según los suelos y las diluciones.

2) De interpretación de las observaciones realizadas: si bien hasta ahora el "efecto de dilución" ha sido atribuído exclusivamente al suelo, en este trabajo se observa que él puede ser debido a alguna




variable introducida por el método. Si bien los trabajos de MILLBANK y LAVERGNE dan idea de la complejidad del problema es probable que dicho efecto sea debido a una suma de variables. Cada bacteria necesita de un "espacio biológico" adecuado, con un equilibrio entre la concentración de metabolitos, concentración de catabolitos, superficie libre, etc., que está condicionado por la densidad de siembra.

La ausencia de "espacio biológico" para el crecimiento de todas las bacterias sembradas parece ser la causa, en gran parte, del fenómeno de dilución.

BIBLIOGRAFÍA

AUGIER, J. y LAVERGNE, D.: Annales Inst. Pasteur. 1958. 94: 766.
HINSHELWOOD, C. N.: *The chemical kinetics of the bacterial cell.* Oxford, 1952.
LAVERGNE, D.: Ann. Pasteur. 1954. **86**: 503.
LAVERGNE, D.: Pedologie. 1957. VII. Nº Esp. 181.
LAVERGNE, D.: Annales Agronomiques. 1955. **4**: 559.
MEIKLEJOHN, J.: Jour. of Soil Sc. 1957. 2: 240.
MEYERHOF, O.: Pflügers Arch. 1917. **166**: 240.
MILLBANK, J. W.: Nature, London, 1956. **177**: 848.
NOVOGRUDSKY, D. M.: Mikrobiologiya. 1948. **17**: 193 (Abst.).
RUBENTSCHIK, L. et al.: J. Bact. 1936. 32: 11.
TOPLEY, W. W. y WILSON, G. S.: *Bacteriología e Inmunidad.* Salvat. 1949.
WINOGRADSKY, S.: *Microbiologie du sol.* Masson et Cie. París, 1949.

**CONSIDERACIÓN DE LOS TRABAJOS PRESENTADOS**

*Formación de humus por los insectos colémbolos*: E. H. RAPOPORT.

*Soriano*: En realidad no es una formación del humus, sino un aporte; los microorganismos son los formadores. Sería necesario hacer cultivos especiales y aislamiento de dichos microorganismos.

*Palleroni*: Dichos microorganismos fueron poco estudiados y difíciles de aislar; ellos son los verdaderos formadores del humus. Sugiero cambiar el título por "Contribución de dichos insectos a la formación de humus".

*Molina*: Habría que revisar bibliografía y consultar títulos de autores que trabajaron sobre el mismo tema; probablemente, una segunda exposición aclare el asunto.

*Guiñazú*: ¿Bajo qué condiciones climáticas trabajan?

*Rapoport*: Las condiciones de laboratorio no son aplicables a las del suelo. Hay una especie formadora de humus, pero en el suelo hay otras que forman tanto o más. En el suelo hay predatores que pueden retrasar o acelerar el proceso. Existen muchas sustancias parecidas al ácido húmico; además, otros organismos pueden producir ácido húmico, por ejemplo, acción de deuteromyntes. Refiriéndonos a los colémbolos, si es que son verdaderos formadores del humus, no se puede afirmar todavía. Donde no había colémbolos, el suelo tipo chernozem, con sustancias colorantes y mediciones potenciométricas, la capacidad de intercambio era menor; donde había gramíneas con hongos no se

pudo determinar ácido húmico; donde estaban estos insectos, sí eran formadores de humus.

No se puede descartar la acción de las bacterias, pero sí disminuirla. Sin estos animales no hay ácido húmico.

*Molina*: La colaboración llena un vacío en la literatura argentina y propongo que se siga trabajando.

*Esquema de la difusión geográfica de la materia orgánica del suelo en la República Argentina*: M. A. S. de Rondini.

*Cerana*: ¿Las observaciones se refieren a distintos lugares del país?

*Rondini*: Sí, a diferentes lugares del país.

*Cerana*: ¿Se presenta también el fenómeno en suelos salinos?

*Rondini*: Sí, en los suelos salinos estudiados la distribución del carbono orgánico disminuye en profundidad.

*Cerana*: Yo quería referir que en nuestro lugar de trabajo (Santa Fe) en 1.200.000 hectáreas de suelos salinos, encontramos un contenido en materia orgánica muy superior al resto de la provincia.

*Rondini*: Se habla de carbono orgánico, no de materia orgánica; ésta es casi el doble. En las determinaciones por el método de Tiurin, especialmente en suelos salinos, hay que cuidar la reducción de la solución sulfocrómica, porque el dato puede no referirse exclusivamente a materia orgánica.

*Cerana*: En el horizonte superficial no es así.

*Rondini*: Pero si el suelo es salino, se puede tener la seguridad de que cloruro de sodio existe en el horizonte superficial. Hay que informarse previamente si el suelo a analizar contiene Cl, Na o Mn, para hacer las modificaciones necesarias al método y obtener un dato fidedigno de carbono orgánico.

*Amor Asunción*: ¿Se ha tenido en consideración que se extraían realmente muestras de suelos zonales?

*Rondini*: Este estudio toma en consideración suelos zonales, porque se pretende que sea de un valor informativo agronómico práctico. En cada uno de estos suelos se ha hecho un estudio orgánico del perfil, el cual fue extraído por los especialistas en clasificación de suelos del Instituto de Suelos y Agrotecnia; en esa forma se pudo conocer el espesor del horizonte orgánico.

*Foulon*: ¿Hay relación entre muestras de campo virgen y campo cultivado?

*Rondini*: Los estudios en campo virgen y cultivado indican que no hay diferencia en cuanto a la modalidad de distribución de carbono orgánico en el perfil.

*Determinación de cobre asimilable, en suelos de la provincia de Buenos Aires por el método biológico de "A. niger"*: E. Camugli y D. Piergentili.

Paoli: ¿Cómo se controlan las valoraciones de cobre, qué métodos se usaron, qué aparatos?

*Piergentili*: Se recibieron las soluciones controladas por los químicos de la repartición.

*Halperín*: La sensibilidad del cobre ¿no está afectada por la escasez de magnesio de los suelos?

*Piergentili*: En este sentido no puedo contestar.

*Palleroni*: ¿Pero el medio de cultivo no contiene magnesio?

*Piergentili*: Sí, sulfato de magnesio. Como las experiencias sobre diversos cationes ya las hizo Mulder, no lo hicimos.

*Quant*: ¿Se puede relacionar cobre con contenido de materia orgánica?

*Piergentili*: Se hizo; además se determinó textura, pH, pero no se sacó ninguna relación. Con más análisis puede que se llegue a una conclusión. En esta primera contribución se determinó que las tierras cultivadas tienen mucho menos cobre que las no cultivadas.

*Nijensohn*: ¿Se refieren al cobre asimilable?

*Piergentili*: Sí, al cobre asimilable.

*Nijensohn*: ¿Ud. piensa que el cobre asimilable es el único capaz de influir en el desarrollo de ese microorganismo?

*Piergentili*: Sí; si el cobre no es asimilable, podrá influir en los caracteres químicos del suelo, pero en los vegetales no, porque es un elemento que si falta en los cereales provoca enfermedad, y también en otras plantas.

*Nijensohn*: Yo no me refería a esto; puede haber cobre que no pase al medio nutritivo, que las plantas superiores son capaces de asimilar.

*Piergentili*: Las necesidades de cobre del *Aspergillus niger* son casi iguales a la de las plantas superiores. Esto se basa en las experiencias hechas por Mulder en terrenos "enfermos de Cu" (como él los llama) que daban resultado negativo con *Aspergillus niger*. Significa que falta cobre en esos

suelos y que las plantas superiores no eran capaces tampoco de asimilar otra clase de cobre.

*Nijensohn*: ¿Ud. encontró en algunas tierras, diferentes niveles de cobre, que indiquen deficiencias?

*Piergentili*: No, en el horizonte superficial no. En varios horizontes se encontró poca cantidad de cobre; ejemplos: horizonte 3 de muestra 18 con 100 $\gamma$, horizonte 3 de muestra 29, horizonte 3 de muestra 30 y otros, con 50 $\gamma$.

*Nijensohn*: ¿Cuál es el umbral considerado en este método como límite?

*Piergentili*: Como deficiente 250 $\gamma$ por 100 g de tierra.

*Molina*: Quería aclarar que hay una cita bibliográfica del año 1959, en la que se menciona una relación directa entre el tenor de cobre en suelos y porcentajes de enfermos de cáncer en la población rural.

Sería interesante ver las zonas con deficiencias notables de cobre y consultar con los médicos, si hay un porcentaje mayor de cáncer.

*Nijensohn*: En la revista inglesa "The Lancet" figura una estadística de análisis de suelos en huertas, de enfermos muertos de cáncer al estómago.

*Piergentili*: Me extraña que haya deficiencia de cobre, porque en las huertas se hacen pulverizaciones con sulfato de cobre.

*Nijensohn*: Pero no se trata de deficiencia, sino de exceso.

*Molina*: Hay un trabajo realizado en el norte de Gales en suelos turbosos con materia no descompuesta, donde había una gran competencia entre la materia orgánica no descompuesta y el cobre, a ese cobre lo consideraron como no asimilable. Se hizo el análisis de todos los suelos y se llegó a la conclusión de que en los suelos turbosos del norte de Gales no existe cobre disponible para las plantas.

*Piergentili*: Mulder dice que en los suelos turbosos hay cobre, pero no asimilable.

*La descomposición aerobia de la celulosa y la resistencia de los suelos a la erosión*: J. S. Molina y C. Sauberán.

*Quevedo*: La resistencia de los suelos a la erosión no se debe exclusivamente a la materia orgánica; no es posible aceptar que con la simple aplicación de la materia orgánica se controla la erosión. Suelos con alto contenido de materia orgánica, si están expuestos en pendientes pronunciadas, se erosionan mucho; en cambio, complementando esa aplicación con otras medidas (contorneo, terraceo, franjas, etc.), se logra el éxito deseado. Por ello es que no hay que olvidarse de otras técnicas culturales.

*Molina*: Estas opiniones no son mías, sino del Dr. Stallings, coordinador general de todas las investigaciones de EE. UU., en un libro publicado hace poco. Con la visita del Dr. Bennett, se observó el gran cambio que en EE. UU. se está efectuando en materia de conservación de suelos hacia estos aspectos.

Se hacen varias consideraciones sobre conservación de suelos.

*Fuente de fósforo utilizadas por el "Azotobacter" en placas de tierra moldeada*: J. S. Molina y J. Quant.

No hubo debate.

*Fuentes de carbono utilizadas por el "Azotobacter" placas de tierra moldeada*: J. S. Molina y J. Quant.

*Quant*: En general, suelos muy pobres en materia orgánica, responden únicamente con el glicerofosfato.

*Palleroni*: Se puede confundir como carencia de carbono asimilable; ése es el problema, anda lo uno y lo otro.

*Molina*: Al principio no nos habíamos dado cuenta de que el glicerofosfato podría actuar como fuente de carbono y de fósforo; revisando los datos del Ing. Quant, se llegó a la conclusión de que en bajas concentraciones lo que mejor anda es el glicerofosfato.

*Reemplazo del fósforo por arsénico en placas de tierra moldeada por el "Azotobacter"*: J. S. Molina y P. Fuentes Godo.

*Palleroni*: En muchos gérmenes que hacen el sistema de la glicolisis, cuando se trabaja con extractos libres de células en el pasaje que va de gliceroaldehido trifosfato al 1,3 difosfoglicérido, uno puede reemplazar el fosfato por arsénico; en este caso no se forma 1,3 difosfoglicérico, porque la disociación de arsénico es más rápida que la del fósforo, pero lo reemplaza completamente. Ahora, yo me inclino más a la hipótesis de que desplaza fósforo del complejo del suelo que no reemplaza el fósforo en el interior de la célula. De cualquier forma es un trabajo interesante.

*Molina*: Casualmente se consultó con el Dr. Leloir, quien opinó así; pero lo que ocurre interesante es

que al variar la fuente de carbono, el arsénico se hace tóxico, en cambio el fósforo es estimulante.

*Amor Asunción*: Es un poco arriesgado suponer que el arsénico pueda desalojar al fósforo, porque necesita una masa por lo menos mínima para regular esa situación. Digo yo, que lo más probable para alcanzar ese umbral es que se llegue al umbral de toxicidad para el propio *Azotobacter;* es más lógico razonar sobre esa base. No obstante, se podría demostrar con un estudio minucioso del complejo absorbente del fósforo, pero en el terreno de las suposiciones entiendo que es un poco riesgoso pensar así.

*Fuentes Godo*: Exactamente. Pensando que tanto el arseniato como el fosfato dan las mismas reacciones frente al molibdato de amonio, y como son dos elementos cercanos, nos encaminamos por allí. Por lo demás, estamos estrictamente ceñidos a las observaciones que hemos hecho.

*Molina*: DEMOLÓN estableció que los arseniatos de los suelos se comportan igual que los fosfatos y los marca como una de las posibilidades de reemplazo, lo mismo que los silicatos, humatos, etc.; menciona silicatos como abonos de suelos basado en esta reacción de intercambio.

*Amor Asunción*: Sí, pero hay muchos aniones que pueden intercambiar, no sólo silicatos, fosfatos, sulfatos. Entiendo que esos aniones deben obedecer a las leyes básicas del intercambio y como para eso se necesita una acción de masa, me parece que para alcanzar ese umbral es muy posible que se llegue a la toxicidad. En el caso que se mencionó creo que la dosis no puede haber sido muy elevada.

*Molina*: Quisiera hacer una observación. Tenemos las cajas a disposición de los interesados y lo que dicen es esto: que casi todos los productos en una máxima concentración de cristal frente al suelo son tóxicos; hacen un halo de inhibición y después un halo de desarrollo. En el arseniato el *Azotobacter* desarrolla hasta arriba del cristal, así que da la impresión de que hay algo raro que vale la pena estudiar.

*Cerana*: Con respecto a la acción de masas, creo que puede ser aceptada la suposición, porque el *Azotobacter* consume fósforo y por pequeño que sea este consumo va desplazando la posición de equilibrio, en el sentido de la liberación del fósforo.

*Nijensohn*: Eso es lo que yo quería demostrar, de que es un medio deficiente en fósforo. Por acción de las masas, tiene que producirse un desplazamiento, aunque puede haber otros iones que trabajarían igual al arseniato. Justamente, el arseniato está en mejores condiciones para desplazar al fosfato que un sulfato, porque eso depende de los volúmenes iónicos de la coordinación tetraédrica respectiva del arseniato y del sulfato; por eso creo que hay que considerar que algo por lo menos de desplazamiento se ha producido.

*Amor Asunción*: Yo he querido decir que eso se refiere a un problema de índole general y hay varios aniones que pueden interferir. Además, estamos disintiendo sobre base de hipótesis y entiendo que es un poco riesgoso suponer; creo que eso debiera ser probado.

*Nijensohn*: Quiero agregar que sería interesante probar con un medio donde no hubiera la posible interferencia de intercambio iónico y ver qué pasa con el arsénico.

*Molina*: En eso andamos. Lo curioso es esto: que usando la misma solución de WINOGRADSKY, reemplazando fósforo por arsénico, tenemos desarrollo bastante abundante, pero microscópicamente no se reconoce al *Azotobacter*. Estamos trabajando en esto: ver si se modificó la morfología del *Azotobacter* o es otra cosa.

*Nijensohn*: ¿Qué tipo de arcilla tiene importancia? ¿Qué suelos se usaron?

*Molina*: Varios: de Misiones, del Chaco; suelos rojos de Misiones, pesados del Chaco, arcillosos cansados, suelo virgen.

*Soriano*: Quiero señalar la importancia de estos trabajos, agregando que en ninguno de los centros de estudio norteamericanos o de Centroamérica visitados por mí han enfocado los problemas de la microbiología en la forma práctica que lo hace el Ing. MOLINA y su equipo en la Argentina.

*Nuevo excipiente apto para inocular semillas de leguminosas en seco*: E. SCHIEL, E. G. DE OLIVERO y M. YEPES.

*Foulón*: ¿No se probó hiperfosfato como excipiente, que es la base de un producto comercial local?

*Schiel*: Sí, se ensayó como comparación, pero con resultados muy inferiores a los obtenidos con tierra de infusorios y talco en lo que respecta a su retenimiento por las semillas al estado seco (Lee las cifras obtenidas).

*Influencia de determinadas sustancias químicas sobre la formación de nódulos, número de plantas sin nódulos y la fijación del nitrógeno en alfalfa inoculada por los métodos húmedo y seco*: E. SCHIEL, E. G. DE OLIVERO, M. YEPES y M. PÉREZ.

Sin debate.

*Ensayos de uniformidad con leguminosas inoculadas, cultivadas artificialmente*: E. SCHIEL, E. G. DE OLIVERO y M. YEPES.

Sin debate.

*Determinación de cobre en suelos argentinos por el método biológico del "A. niger"*: N. GIAMBIAGI.

*Merzari*: Propongo el estudio del cobre contenido en los suelos de la provincia de Córdoba.

*Palleroni*: Lo mismo para los suelos de Mendoza y San Juan que se utilizan para el cultivo de cebollas.

*Capurro*: ¿Sobre qué tipo de suelos del Chaco se hizo el análisis?

*Giambiagi*: En el Instituto de Suelos y Agrotecnia figura como planosol sobre limo loessoide.

*Capurro*: Probablemente sea una deficiencia más que se suma a las ya existentes en Colonia Benítez.

*Giambiagi*: No creo que deba considerarse deficiente, pues debajo de los 5 cm se encuentran valores normales.

*Factores que influyen en el recuento de bacterias nitrificadoras en suelo*: N. GIAMBIAGI.

Sin debate.

## INFORME DE COMISIÓN

Los trabajos de investigación sobre Biología del Suelo presentados a esta Reunión, aportan informaciones valiosas en diferentes aspectos del amplio campo de la Biología.

Así, los estudios realizados que conducen a conocimientos bioedáficos desde el punto de vista del zoólogo, al informar sobre diversas especies de protozoarios que habitan en el suelo agrícola.

Hubo comunicaciones interesantes, que informan sobre la importancia del fósforo y del carbono en la vida del *Azotobacter*.

Sobre la biología aplicada a la tecnología, se informa de las investigaciones realizadas para logar inoculantes-*Rhizobium* sólidos a semillas de leguminosas, que por las conclusiones a que llegaron los autores, tienen una importancia agronómica y práctica indiscutible.

La Biología en la investigación de la química analítica, ha sido esbozada con métodos biológicos, para la determinación cuantitativa (de aproximación) del ion cobre presente en suelos.

Con las investigaciones realizadas como consecuencia de la actividad biótica (micro-macro organismo y plantas) del suelo, ha sido posible presentar los esquemas de la biogénesis de suelos de la República Argentina, lo cual aporta informaciones naturales interesantes para la clasificación de suelos del país.

La Comisión entiende que es de fundamental importancia:

1) Fomentar las investigaciones en el aspecto bioquímico y biofísico en el suelo viviente, de manera de obtener mayores conocimientos de las vitales relaciones existentes entre el suelo, la planta, los animales y el hombre.

2) Ampliar las informaciones naturales del dinamismo bioquímico durante el ciclo vegetativo en cada cultivo problema.

3) Fomentar con insistencia, la coordinación de las investigaciones biológicas, desde los diferentes puntos de vista que abarcan la fertilidad y ecología del suelo viviente, porque la visión de conjunto de las investigaciones bien planificadas, conduce a un lógico final de apreciaciones positivas, mientras que la fragmentación, da como resultado apreciaciones inciertas y a veces negativas.

4) Debe estimularse, asimismo, el acervo bibliográfico mundial sobre estos aspectos.

# SESIÓN DE LA COMISIÓN IV. — FERTILIDAD Y NUTRICIÓN VEGETAL

*Secretario*: MARINO J. R. ZAFFANELLA
*Presidente*: ALFREDO M. OFFERMANN

DISERTACIÓN DEL RELATOR, MANFREDO A. L. REICHART

## Conceptos y reflexiones sobre la fertilidad del suelo y nutrición de las plantas

### INTRODUCCIÓN

En el capítulo de la Ciencia del Suelo, éste es considerado como "medio nutriente" de todas las manifestaciones de vida que se cumplen en el seno de su masa o sobre su superficie, y en especial, para el crecimiento de plantas verdes, sin considerar los demás factores del medio ambiente atmosférico que también contribuyen a ello, como ser luz, temperatura, humedad, aire, etc.

Salvo el carbono, oxígeno e hidrógeno que las plantas toman del aire y del agua, todos los demás nutrientes provienen del suelo, donde se encuentran integrando las complejas moléculas de los minerales y materia orgánica que constituyen la fase sólida del mismo.

Estos elementos nutritivos son liberados al estado de iones asimilables para las plantas superiores, por efecto de una serie de procesos bioquímicos que tienen lugar en especial, en la interfase sólido-líquida.

La fase líquida, que en definitiva contiene a todos estos iones constituye la solución del suelo, que presenta la particularidad de constituir un sistema altamente dinámico, en constante cambio con la fase sólida coloidal y controlado biológicamente por la actividad de los microorganismos que alberga el suelo y de las plantas superiores que en él crecen.

El suministro o liberación de nutrientes tiene por lo tanto su asiento en la fase sólida del suelo, y los mismos llegan hasta las raíces de las plantas a través del agua estrechamente vinculada a los materiales minerales y orgánicos constitutivos del suelo, o por intercambio de contacto, es decir directo de iones retenidos sobre la superficie de los minerales de arcilla o aniones orgánicos.

Esta constante transferencia de nutrientes que se opera desde la fase sólida a la líquida o directamente a las raíces de las plantas, constituye el poder de abastecimiento o suministro de nutrientes del suelo, y caracteriza su "capacidad nutritiva"; estrechamente vinculada a reacciones físicoquímicas de intercambio localizadas preferentemente en la fracción coloidal orgánica-mineral del suelo (arcilla y humus).

Los principales iones implicados en este fenómeno son dentro de los electropositivos el $Ca^{++}$, $Mg^{++}$, $K^{+}$, $Na^{+}$, $Mn^{++}$, $Al^{+++}$, $Fe^{+++}$, $Zn^{++}$ y $Cu^{++}$, y dentro de los electronegativos el $NO_3^-$, $H_2PO_4^-$, $SO_4^-$, $Cl^-$, $HB_4O_7^-$ y $HMoO_4^-$, los cuales constituyen a la vez los elementos considerados como esenciales para la nutrición y crecimiento de las plantas.

La naturaleza y variable energía de ligamiento de los diferentes iones en juego; la constitución mineralógica y propiedades físicas de la fracción mineral de arcilla; la proporción y composición de la materia orgánica presente; la generación biológica de aniones e iones hidrógeno; la concentración de iones en la solución del suelo; las precipitaciones químicas que se originan por interacciones iónicas; el variable poder alimenticio de las plantas, y muchos otros hechos más, hacen difícil, por no decir imposible caracterizar en términos precisos la capacidad nutritiva del suelo.

La fertilidad del suelo no se la puede medir o juzgar por lo tanto por medio de un simple análisis químico del mismo, ni es cuestión solamente de falta o suficiencia de uno o más elementos nutritivos que fácilmente pueden ser corregidos con el agregado de fertilizantes, sino que es algo mucho más complejo, difícil de definir con propiedad, pero que tal vez podría condensarse diciendo que es la capacidad del suelo de suministrar nutrientes para las plantas, siendo esa capacidad el resultado de una serie intrincada de condiciones en el suelo e interacciones de los elementos nutritivos en estrecha relación de dependencia los unos con los otros.

En la presente exposición, ante la imposibilidad de

abarcar los innumerables aspectos vinculados con la nutrición de las plantas se formulan reflexiones y exponen en comprimida síntesis, algunos conceptos básicos de estos conocimientos limitándolos en especial al quimismo de los tres elementos nutritivos minerales clásicos: N, P, K; evaluación de la fertilidad del suelo y necesidades nutritivas para una producción eficiente.

## Quimismo de los principales elementos nutritivos

### *Nitrógeno y materia orgánica.*

Entre los elementos nutritivos del suelo, el nitrógeno ocupa un lugar preponderante, por constituir un nutriente que la totalidad de los cultivos necesitan en cantidades relativamente grandes; por su estrecha vinculación con la materia orgánica del suelo, fuente esencial de alimento y energía de los microorganismos que le dan vida y productividad; por ser un nutriente relativamente costoso y por la facilidad y rapidez con que puede perderse del suelo.

El nitrógeno, que se encuentra en el suelo casi totalmente en forma orgánica integrando moléculas complejas, preferentemente de naturaleza proteinácea, constitutivas de la materia orgánica, se libera y hace accesible a las plantas lentamente como amonio y nitrato a expensas de la degradación biológica que sufre la misma.

La reducida velocidad de descomposición de los compuestos orgánicos nitrogenados del suelo, aún no está bien determinada. Se han emitido varias teorías que tienden a explicar el mecanismo de estabilización del nitrógeno orgánico; así Waksman e Iyer lo atribuyen a una interacción entre proteínas y lignina; Mattson y Koutler-Anderssen, en cambio, a la formación de "complejos resistentes" por reacciones entre amonio y lignina, por lo que, según estos autores, tendría lugar una estabilización en compuestos orgánicos del amonio originado por mineralización de la materia orgánica del suelo; Demolón y Barbier, Ensminger y Gieseking, Allison, Sherman y Pinck, y otros investigadores más, a interacción de compuestos nitrogenados con la arcilla coloidal; Broadbent y Norman lo explican en cambio como simplemente a escasez de población microbiana y actividad enzimática por insuficiencia de material energético.

A consecuencia de este proceso de estabilización del nitrógeno orgánico, el ritmo de mineralización del mismo es sumamente lento y no superior del 1 al 2 % anual del total presente en el suelo.

Este proceso destructivo, alterna con otros de síntesis en los cuales los microorganismos utilizan parte de dicho nitrógeno para edificar sus propias células y constituir nueva materia orgánica, que queda sujeta, a la muerte de los mismos, a igual proceso, determinando que la evolución del nitrógeno del suelo se cumple en ciclo cerrado, prácticamente sin fin.

Del balance entre la mineralización e inmovilización del nitrógeno por los microorganismos resulta la disponibilidad de nitrógeno para las plantas de cultivo. Si se promueve la actividad biológica con un material energético de relación C/N amplia, conteniendo menos del 1.2 % de nitrógeno, como sería el caso, por ejemplo, con la incorporación al suelo de un rastrojo de cereal o de maíz, el resultado final será, si no transcurre un período suficientemente largo de descomposición, hambre de nitrógeno para el cultivo subsiguiente por inmovilización del nitrógeno del suelo, y además, por otra parte escaso incremento de materia orgánica.

El agregado de un fertilizante nitrogenado en cantidades suficientes como para elevar el contenido de nitrógeno en el material, a por lo menos 1.5 % al estrechar la relación C/N independiza a los microorganismos del nitrógeno y humus del suelo, reduce el tiempo necesario para la mineralización, contribuye a la formación de una mayor cantidad de humus residual y asegura suficiente nitrógeno para las necesidades del cultivo siguiente, que puede ser establecido inmediatamente de la incorporación del material.

Cuando no se adiciona fertilizante nitrogenado el tiempo que debe transcurrir entre el momento que se incorpora al suelo el material carbonáceo hasta que haya sufrido suficiente descomposición como para que no constituya un factor de inmovilización del nitrógeno del suelo, varía con la naturaleza del material, cantidad incorporada y características climáticas del lugar. En todos los casos será mayor cuanto más amplia es la relación C/N, variando el tiempo entre 1 y 2 semanas para las relaciones estrechas (20 a 1) hasta 8 a 10 semanas para relaciones amplias (80 a 1) en ambientes semihúmedos y templados, según cita la literatura extranjera. En suelos productivos las disponibilidades de nitrógeno son por lo general suficientes como para promover la descomposición del material orgánico incorporado sin necesidad de un suplemento nitrogenado.

Por consiguiente, en todos los casos, cualquiera sea la cantidad y naturaleza del residuo que deja la cosecha sobre el suelo, siempre ha de constituir un material valioso, no tan sólo por su participación en el suministro de nitrógeno, sino también por los múltiples beneficios que derivan de su favorable influencia sobre la granulación del suelo, infiltración del agua, aireación del suelo, protección contra la erosión, aprovechamiento de la humedad, profundización del sistema radicular de las plantas, etc.

La descomposición de la materia orgánica del suelo no se efectúa a ritmo constante; es en general rápida al comienzo hasta la desaparición de los constituyentes más fácilmente descomponibles, y luego más lenta a consecuencia de la mayor resistencia de las sustancias remanentes. Por esa causa suelos recientemente incorporados al cultivo pierden inevitablemente en los primeros años grandes cantidades de materia orgánica acumulada, y el % de N liberado utilizable por las plantas es elevado. Tan sólo con el tiempo ese proceso se hace menos intenso y termina por alcanzar un estado de equilibrio dinámico en concordancia con el nuevo ambiente en que se encuentra y manejo al que está sometido.

La cultivación del suelo, al contribuir a una mayor aereación del mismo, igualmente favorece la descomposición de la materia orgánica y mineralización del N. Si bien ello significa destrucción de un constituyente tan importante del suelo resulta inevitable, pues el crecimiento de las plantas también exige buena aereación, y en consecuencia no puede omitirse. Sin embargo, y a pesar que la destrucción de la materia orgánica por efecto del cultivo implica liberación de abundantes y valiosos nutrientes, por provocar una aceleración del proceso destructivo de la misma, y ello contribuye a una elevación de la fertilidad del suelo, debe restringirse a lo estrictamente necesario para el buen crecimiento de las plantas cultivadas, evitando pérdidas por infiltración y agotamiento innecesario de materia orgánica.

Por la misma razón los suelos naturalmente mejor aereados y drenados como es el caso de los suelos de textura gruesa pierden más rápidamente su materia orgánica que los suelos arcillosos, estabilizándose también su tenor a un nivel mucho más bajo que para éstos.

La humedad del suelo ejerce también influencia sobre la descomposición de la materia orgánica, desde que tanto el exceso como defecto de la misma reduce y hasta puede paralizar la actividad biológica. Fácil resulta entonces comprender que el grado de humedad del suelo debe afectar forzosamente la marcha del proceso natural de mineralización de la materia orgánica.

La actividad biológica a que nos hemos referido hasta el presente contribuye solamente a transformar nitrógeno orgánico del suelo existente en la materia orgánica en mineral, pero en el suelo se cumplen además otros procesos, con intervención también de microorganismos, que a diferencia de los anteriores, en lugar de transformación significan aporte de nitrógeno para el mismo.

Dichos microorganismos son bacterias llamadas fijadoras de nitrógeno, que tienen la particularidad de poder utilizar el nitrógeno del aire. Se destacan entre ellas, el *Azotobacter,* bacteria aerobia y heterótrofa de vida libre en el suelo y *Rhyzobium,* bacterias simbióticas específicas fijadoras de nitrógeno en los nódulos de las raíces de las leguminosas.

La fijación de nitrógeno por el *Azotobacter* se estima inferior a 10 kg/ha/año. Considerando esta cifra y teniendo en cuenta que la actividad del *Azotobacter* exige en el suelo la presencia de materia orgánica pobre en nitrógeno, es decir, de relación C/N amplia, se comprende fácilmente que el aporte de nitrógeno por este microorganismo pierde importancia y resulta prácticamente despreciable como fuente de nitrógeno en suelos agrícolas, frente a la contribución de las leguminosas y agregado de fertilizantes nitrogenados.

La capacidad de fijación de nitrógeno de las bacterias simbióticas alojadas en los nódulos de las raíces de las leguminosas, es muy variable, pues depende no tan sólo de las condiciones y características intrínsecas del suelo, sino también de la cantidad de nitrógeno presente en el mismo, intensidad de crecimiento y actividad fotosintética de la planta en que se hospeda. Pero aún así, innumerables experiencias efectuadas, sobre todo en U.S.A. demuestran que los aportes oscilan entre 60 y 100 kg/ha/año, constituyendo un proceso extraordinariamente valioso para el mantenimiento del nivel nutritivo nitrogenado del suelo, física y económicamente, sobre todo en las explotaciones ganaderas y mixtas.

Aún cuando se ha hecho referencia al ciclo cerrado que caracteriza la evolución del nitrógeno en el suelo, resulta evidente que tratándose de un proceso en equilibrio dinámico, paralelamente con los aportes deben producirse pérdidas.

Son varias las vías a través de las cuales éstas tie-

nen lugar: remoción por las cosechas; por el agua de infiltración; por fenómenos de erosión; y por volatilización al estado gaseoso.

Las de mayor magnitud son las primeras, con valores numéricos que oscilan, por ejemplo, entre 30 y 50 kg/ha/año para los cereales; 80 a 120 kg/ha/año para el maíz o papa y llega hasta 160 kg/ha/año o más para la caña de azúcar u otros cultivos voluminosos.

Las pérdidas por el agua de infiltración, que afectan fundamentalmente al nitrógeno nítrico, son en general reducidas, salvo en suelos arenosos en climas cálidos y de lluvias abundantes.

Más serio es el efecto de la erosión del suelo, que afecta no tan sólo al nitrógeno soluble sino a todas las formas, incluyendo a la materia orgánica. Finalmente queda por mencionar la pérdida de nitrógeno por volatilización al estado de amonio y nitrógeno libre, que prácticamente tan sólo ocurre en condiciones deficientes de aireación en el suelo, elevada alcalinidad, o abundancia de nitratos en presencia de grandes masas de materia orgánica en descomposición.

De las pérdidas señaladas, las tres últimas pierden importancia ante el manejo correcto del suelo, quedando en consecuencia la primera como la causa responsable por excelencia del desgaste del nitrógeno del suelo. Como este desgaste equivale a consumo de nitrógeno para la producción de cosechas, se trata de un desgaste que por producir renta o beneficio, debe estimulárselo, para lo cual se impone la necesidad del contralor de las restantes pérdidas improductivas de nitrógeno, y uso eficiente de todas las fuentes nitrogenadas de que pueda disponer el agricultor.

De lo expuesto resulta entonces evidente que el mantenimiento de una elevada fertilidad nitrogenada o recuperación de la misma, exige el manejo racional del suelo, que contemple no tan sólo el uso eficiente del nitrógeno de la materia orgánica presente, sino que restituye el nitrógeno extraído por las cosechas y/o pérdidas por infiltración, erosión o volatilización, por medio de cultivos oportunos de leguminosas, gramíneas u otros para abono verde y cobertura, utilización de los residuos de cultivos y del estiércol, sistematización racional de la explotación, y uso de fertilizantes comerciales nitrogenados convenientemente equilibrados.

*Fósforo.*

Si bien este nutriente del suelo interviene en la constitución de las plantas en mucha menor proporción que el nitrógeno, potasio, calcio y otros elementos más, por las funciones específicas que cumple en los procesos de la vida de las plantas, como ser: en la fotosíntesis, formación y multiplicación celular, síntesis y desdoblamiento de los hidratos de carbono, transporte de energía en la planta, y en las funciones de fructificación y reproducción, le sigue el nitrógeno en orden de importancia.

Es absorbido por las plantas preferentemente como ion inorgánico ortofosfato $H_2PO_4^-$, y se encuentra presente en el suelo en cantidades relativamente pequeñas, que oscilan generalmente entre 0.15 y 0.30%. Proviene en su mayor parte de la apatita, mineral original rico en fósforo y se encuentra en el suelo integrando compuestos inorgánicos y orgánicos.

La mayor parte del fósforo inorgánico se encuentra en la fracción arcilla en íntima reacción con la misma, y en menor proporción en las fracciones gruesas al estado de apatita (fluorapatita $Ca_{10}F_2(PO_4)_6$) vivianita ($Fe_3(PO_4)_2.8\,H_2O$) y wavelita ($Al_3(OH)_3(PO_4)_2.5H_2O$), y en pequeña proporción integrando, en sustitución del silicio, la constitución de ciertos silicatos cristalinos.

En cuanto al fósforo orgánico, aún cuando se desconoce la naturaleza química de la mayor parte del mismo, los compuestos identificados más abundantes encontrados son el fosfato-inositol y fosfolípidos.

Se estima que en suelos ricos en materia orgánica, hasta el 50 % del fósforo total del suelo puede encontrarse en forma orgánica. Por ser integrante de la materia orgánica del suelo resulta fácil comprender que exista una relación entre nitrógeno total y fósforo orgánico en el suelo, que varía, según lo señalan diversos autores para los diferentes suelos y ambientes climáticos, entre 10 a 1 y 30 a 1.

En los suelos vírgenes el contenido de fósforo total es más o menos uniforme a lo largo de todo el perfil, aún cuando se ha constatado en ambientes climáticos húmedos cierta acumulación en superficie en correspondencia con la materia orgánica, y una ligera disminución en los sub-horizontes $A_3$ y $B_1$ por efecto de lixiviación y absorción de fósforo por las plantas.

En suelos cultivados la situación es muy diferente, pues en aquellos intensamente explotados el subsuelo tiende a ser más rico que el suelo, por agota-

miento del fósforo en el horizonte superficial a consecuencia del cultivo, pérdidas por erosión, etc. En aquellos donde se ha practicado fertilización fosfórica, tiene lugar, en cambio, con el tiempo, un aumento considerable de fósforo en la capa superficial por acumulación de la parte no utilizada por las plantas, que supera normalmente el 75 % de lo agregado.

Contribuye también a ello la rapidez con que reacciona con el suelo el fosfato soluble del fertilizante, a consecuencia de lo cual queda inmovilizado muy cerca del lugar en que fue aplicado y escapa prácticamente de ser lixiviado por el agua de infiltración, sobre todo en los suelos pesados y de arcillas de sesquióxidos.

Esta inmovilización del fósforo substrae gran parte del mismo de las necesidades de las plantas, que tan sólo pueden absorber una muy pequeña parte, generalmente no superior al 1 % del fósforo total presente en el suelo.

La porción utilizable por las plantas constituye el fósforo llamado asimilable o disponible, que proviene tanto del fósforo orgánico como mineral existente en el suelo.

La mineralización del fósforo orgánico guarda estrecha correlación con la del nitrógeno orgánico, de manera que los mismos factores que favorecen o retardan la rápida mineralización de este elemento, afectan en igual medida y sentido al fósforo asimilable. Mientras se cumple este proceso la concentración de fósforo soluble en la solución del suelo es relativamente grande y en condiciones de ser absorbido rápidamente por las raíces de las plantas en crecimiento, que lo aprovechan enviando sus raicillas en su busca sobreponiéndose así a la escasa movilidad que caracteriza a este elemento.

El fósforo mineral o inorgánico en las combinaciones complejas tales como las apatitas, o inmovilizado por la arcilla, o bien formando combinaciones insolubles con los hidróxidos de hierro, aluminio, o bien con el calcio no puede ser aprovechado por las plantas. En estas condiciones se dice que está "fijado".

Reacciones químicas derivadas de la meteorización del material mineral del suelo, en combinación con la actividad biológica que libera anhídrido carbónico y ácidos orgánicos que favorecen la descomposición, unido a reacciones de intercambio, contribuyen a la solubilización de los compuestos complejos, y son, juntamente con la fertilización fosfórica, los responsables del fósforo soluble que aparece en la solución del suelo.

La concentración que alcanza en condiciones naturales es siempre baja, y muy cercana a 0,03 p.p.m., de manera que su contenido debe renovarse continuamente para satisfacer las necesidades fosfóricas de los cultivos.

Hay autores que señalan para suelos fértiles hasta 10 renovaciones diarias. Si la disponibilidad de fósforo en la fase sólida no alcanza a mantener el ritmo de restitución del fósforo que demanda el cultivo, se resiente el crecimiento de las plantas y reduce la magnitud de la cosecha.

Estudios recientes, señalan sin embargo, al respecto, que el equilibrio de concentración de fósforo entre la solución del suelo y la fase sólida se cumple con mayor rapidez que la de absorción de fósforo por las raicillas de las plantas, de manera que la velocidad de renovación del fósforo en la solución del suelo, no constituye realmente el factor limitante, sino que lo es la concentración de fósforo en la solución. Por lo tanto, la deficiencia fosfórica en los vegetales aparece cuando el contenido de fósforo en la solución del suelo alcanza concentraciones críticas que limitan las posibilidades de absorción suficiente de fósforo por la planta.

La concentración de fósforo soluble en la solución del suelo (fósforo asimilable) es afectada por un sinnúmero de factores entre los cuales se destacan: concentración de iones hidrógeno (pH); contenido de fósforo total en el suelo; cantidad de materia orgánica presente; grado de humedad del suelo y naturaleza del material coloidal mineral.

La reacción (pH) del suelo ejerce marcada influencia sobre la solubilidad del fósforo, por la naturaleza de los compuestos que se forman en el suelo; a pH bajos, hasta 4 el fósforo se encuentra preferentemente combinado con el hierro y aluminio formando los compuestos más insolubles. A medida que el pH aumenta, por disminución del hierro y aluminio libres, el fósforo se une al calcio y magnesio formando fosfatos solubles en agua y/o en soluciones extractivas débiles. Las condiciones más favorables tienen lugar en el intervalo de pH comprendido entre 6.5 a 7.0, según algunos autores y algo más bajo según otros, de acuerdo con las características del suelo.

En este intervalo de pH no tan sólo se forman preferentemente fosfatos de calcio parcialmente solubles, sino que se incrementa la concentración de

iones $OH^-$ en la solución, y con ello, las posibilidades de liberación por fenómenos de intercambio de aniones, de iones $H_2PO_4^-$ fijados a la arcilla y materia orgánica directamente o por intermedio de uniones de calcio.

A pH mayores de 7.5 la formación de fosfato tricálcico insoluble y la presencia de carbonato de calcio, vuelve a reducir las disponibilidades de fósforo para las plantas hasta pH 8.5, por encima del cual se incrementa nuevamente, aunque no así el grado de asimilabilidad del fósforo por las plantas.

Estas breves consideraciones demuestran claramente que existe una relación muy estrecha entre pH y disponibilidades de fósforo asimilable para las plantas, constituyendo un factor importante a tener en cuenta cuando se procede a utilizar fertilizantes fosfatados.

El contenido de fósforo total existente en el suelo constituye también un factor importante que regula las disponibilidades de fósforo asimilable para las plantas. Habiendo una relación de equilibrio entre el fósforo soluble y el fijado, resulta evidente que a mayor contenido total, el equilibrio tendrá lugar a más elevada concentración.

El agregado de fertilizante fosfatado a suelos pobres en fósforo asimilable actúa justamente en ese sentido. En efecto, cuando se aplica el fosfato al suelo, no se aumenta sino fugazmente el contenido de fósforo asimilable, pues al ponerse en contacto con el suelo es fijado rápidamente por las razones ya expuestas, y pasa a ser un constituyente de la fase sólida, liberando a la solución del suelo tan sólo pequeñísimas cantidades de fósforo asimilable.

Sin embargo, por el hecho de haberse incrementado el área de compuestos fosfatados a consecuencia del fósforo agregado, el equilibrio dinámico de concentración entre la fase sólida y líquida se produce a un nivel más elevado de fósforo soluble en la solución, significando mayor disponibilidad para las plantas.

La materia orgánica (humus) del suelo es otro factor importante que influye sobre la movilidad del fósforo. La misma, en su carácter de anión orgánico, electronegativo, tiene la particularidad de combinarse formando complejos inmóviles con cationes, tales como hierro, aluminio, calcio, magnesio y otros, que insolubilizan al anión fosfórico. Es una verdadera acción de protección la que ejerce el humus sobre el fósforo, contribuyendo así a mantenerlo en circulación en la solución del suelo. A este efecto directo se suma otro indirecto, derivado de la acción solubilizante del ácido carbónico y ácidos orgánicos resultantes de la actividad biológica que la misma materia orgánica promueve.

El mantenimiento del suelo en condiciones favorables de humedad, ya sea por medio del riego o bien por el manejo acertado de la humedad proveniente de las lluvias, también contribuye a elevar la disponibilidad de fósforo asimilable para las plantas, en virtud de la mayor cantidad total de fosfatos en solución, que posibilita la dilución.

Finalmente la naturaleza del material coloidal mineral del suelo es otro y el último factor importante que influye en forma decisiva sobre la disponibilidad del fósforo para las plantas cultivadas.

Si bien las arcillas silicatadas y de relación molecular $SiO_2/R_2O_3$ elevada, propias de los ambientes climáticos templados y semitemplados tienen escaso poder de fijación de fósforo soluble, no sucede así con las arcillas de hidróxidos, propias de climas tropicales y subtropicales, pobres en sílice pero ricas en óxidos coloidales de hierro y aluminio, libres. Los fosfatos solubles del suelo reaccionan rápidamente con estos óxidos libres formando compuestos prácticamente insolubles, con lo que la disponibilidad de fósforo para las plantas se ve seriamente reducida.

La atenuación de la elevada acidez que caracteriza a estos suelos, por medio del encalado, y por otro lado, el agregado de materia orgánica son dos prácticas interesantes y muy valiosas para reducir la capacidad natural de fijación de fósforo de los suelos ricos en sesquióxidos libres.

De las consideraciones que anteceden se desprende que el quimismo del fósforo, que conduce a la liberación de fósforo asimilable por las plantas, en los suelos agrícolas, es sumamente complejo y variable, de acuerdo con la naturaleza física, química, mineralógica y biológica del mismo.

El conocimiento profundo de este mecanismo y el de las prácticas agrícolas que pueden adoptarse para sobreponerse a los aspectos negativos del mismo y exaltar los positivos, constituye la forma de lograr la máxima eficiencia en el uso de este nutriente esencial para la vida y crecimiento de las plantas.

*Potasio.*

Es el tercero de los macronutrientes esenciales para el desarrollo y reproducción de las plantas.

Se encuentra presente en los vegetales en elevada proporción, tan sólo superado normalmente por el nitrógeno.

Cumple en los vegetales múltiples funciones, sobre todo de catálisis o regulación de los procesos de síntesis y traslocación de sustancias.

Las plantas necesitan potasio para poder elaborar la clorofila, como así también azúcares, almidones, proteínas, celulosa, vitaminas y enzimas. Actúa además como un balanceador de los efectos en la planta del nitrógeno y del fósforo, justificando por todas esas razones la calificación de nutriente esencial, y ser integrante de la conocida trilogía de nutrientes NPK, cimiento indiscutible sobre el que se levanta todo el edificio simbólico de la fertilidad del suelo.

Este elemento se encuentra en el suelo como constituyente de algunos minerales primarios, integrándolo la estructura cristalina de los mismos, como por ejemplo, feldespatos ortoclasas (ortosa y microclino) y micas (biotita y muscovita) o secundarios, como la illita o hidro micas y otros.

El contenido total puede variar entre 0.3 y 2.5 % de acuerdo con la naturaleza del material madre, grado de edafización e intensidad de lixiviación.

Tres categorías de potasio se di tinguen en el suelo: no intercambiable, intercambiable y soluble en agua.

El potasio "no intercambiable", que constituye la forma inmóvil del potasio en el suelo, y representa más del 99 % del total, puede encontrarse formando parte de las moléculas de los minerales primarios anteriormente señalados, abundantes principalmente en las fracciones limo y arena, de la estructura de minerales secundarios, como son las llamadas arcillas "micáceas", o como potasio "fijado", también llamado potasio "de la arcilla", aprisionado entre paquetes adyacentes de tetraedros de silicio, por efecto de las cargas electrostáticas opuestas del ion y las referidas láminas, y de la dimensión del átomo de potasio, que por ser muy similar a la del oxígeno, permite un ajuste casi perfecto.

Por edafización de los minerales primarios la solución del suelo, se provee de potasio constituyendo, éstos en la naturaleza, la fuente principal de este nutriente para las plantas.

La alteración química de los mismos progresa, sin embargo, a ritmo relativamente lento, y además, como gran parte del potasio liberado, es, como se ha visto, "fijado" por la arcilla, las plantas de cultivo con frecuencia acusan necesidades de este nutriente, que tan sólo pueden ser satisfechas por intermedio de los fertilizantes potásicos.

Las otras dos formas de potasio que representan tan sólo una pequeñísima parte del potasio total del suelo, son por una parte, el potasio intercambiable, también llamado de cambio, que está representado por los iones de potasio adsorbidos a los minerales de arcilla y el coloide orgánico, y por la otra el soluble en agua, que corresponde al potasio libre, es decir, soluble en la solución del suelo.

Mientras el primero escasamente representa el 1 % del potasio total, este último apenas alcanza del 1 al 5 % de aquél, demostrando que el contenido de potasio en la solución del suelo es realmente ínfima, que expresada en cifras, oscila entre 0.02 y 0.002 m.e. por 100 gramos de suelo.

Cada una de estas formas de potasio se encuentra relacionada muy estrechamente entre sí, por reacciones de equilibrio, según la expresión: K no intercambiable $\rightleftarrows$ K de cambio $\rightleftarrows$ K en solución. Cuando estas reacciones tienden hacia la derecha, implica disponibilidad de este elemento, en virtud de que los minerales primarios en proceso lento de edafización, suministran conjuntamente con ciertos minerales secundarios más fácilmente descomponibles, su potasio no intercambiable, que liberado de sus combinaciones insolubles es fijado más débilmente por reacciones de adsorción por el complejo coloidal arcillo húmico, constituyendo el potasio de cambio, que finalmente por fenómenos de disociación e intercambio suministra a la solución del suelo el potasio soluble, quedando completado así el ciclo de la evolución química de este nutriente en el suelo.

Como en todos los casos se trata de reacciones de equilibrio dinámico, cualquier alteración en la concentración del potasio, por extracción o agregado, origina de inmediato una transferencia de este elemento desde o hacia las otras formas, respectivamente, con lo que se restablece automáticamente el estado de equilibrio, que difiere sin embargo del anterior, en producirse a diferente nivel.

Es por ello que en suelos agrícolas sometidos a cultivo intensivo en ambientes húmedos y cálidos, que predisponen a la intensa edafización de los minerales fácilmente descomponibles, y lixiviación de las bases solubles liberadas, tiene lugar una reducción gradual del nivel potásico inicial, que termina por afectar la nutrición de los vegetales, por cuanto los aportes de este nutriente desde las formas no

intercambiables de los minerales primarios no alcanza a compensar en el tiempo, a las extracciones y pérdidas que se producen, obligando al uso de los fertilizantes potásicos para restaurar la fertilidad inicial y mantener una estable y elevada productividad agrícola.

Cuando se agrega una sal soluble de potasio al suelo, como es el caso de los fertilizantes, se rompe el equilibrio existente por rápida elevación de la concentración de iones potasio en la solución del mismo. Esa gran presión de los iones de potasio, comprime el enjambre de iones del complejo coloidal, restableciendo rápidamente el equilibrio perdido por pasaje al complejo de gran parte de los mismos, al estado de potasio de cambio.

La diferencia fundamental en este nuevo estado de equilibrio, estriba en que el mismo se ha producido a un nivel más elevado de potasio en la solución y que una parte del potasio de cambio ha quedado "fijado" en el retículo cristalino de arcillas micáceas, de esqueleto expandible, como ser illita, vermiculita, u otros, perdiendo su categoría de intercambiable.

Este potasio fijado se diferencia sin embargo fundamentalmente del no intercambiable de los minerales primarios del suelo, en que puede liberarse posteriormente con cierta facilidad, en razón de la elasticidad de su estructura atómica, contribuyendo así a mantener en el tiempo elevada la concentración del potasio en la solución.

La "fijación", estrictamente considerada, debe interpretarse como una reposición del potasio original constitutivo de los minerales de arcilla arriba mencionados, perdido por edafización, lixiviación o extracción por los cultivos.

La magnitud que alcanza este proceso de fijación, o el inverso de liberación, varía con una cantidad de factores que influyen sobre las reacciones que tienen lugar en los espacios interlaminares de los minerales de arcilla de esqueleto expandible. El estado actual de los conocimientos es al respecto algo contradictorio, demostrando que el mecanismo es sumamente complejo.

Particular influencia tiene la naturaleza y cantidad de minerales secundarios de arcilla existentes en el suelo en combinación con el estado iónico (bases e hidrógeno) del complejo coloidal.

En los suelos ácidos con arcillas activas, del tipo montmorillonita, la disminución de la acidez, por ejemplo, por agregado de calcio, aumenta la concentración de potasio soluble en solución por acción de desplazamiento, pero reduce en cambio el proceso de liberación del potasio no intercambiable a intercambiable, debido posiblemente a la atenuación de la elevada actividad del H en este tipo de arcillas, que promueve dicha transformación en los minerales presentes en el suelo.

En arcillas caoliníticas, la situación es inversa. Ello se debe a que estas arcillas se comportan, al estado hidrogenado, como ácidos débiles, y por consiguiente retienen el hidrógeno con mayor energía, mientras que las bases, como el calcio, potasio, y otros, disocian con facilidad.

En estas condiciones, cuando se atenúa la acidez de estos suelos por agregado de calcio, aumenta la concentración de este ion en la solución, con la consiguiente disminución del potasio en la misma. Esta disminución es compensada, sin embargo, por la más rápida liberación de iones potasio no intercambiables, que promueve la mayor concentración de iones calcio al contribuir a la expansión de los espacios interlaminares de la arcilla.

Si bien el mecanismo de fijación y liberación de potasio está estrechamente vinculado a la naturaleza de la arcilla coloidal y su estado catiónico, especialmente relación Ca:H, el efecto final es sin embargo muy parecido, por cuanto en definitiva significa reducción de su cantidad en la solución.

Esto constituye la explicación, a la evidencia experimental señalada por numerosos investigadores, que los suelos después de encalados pierden menos potasio por lixiviación, y de que la alcalinidad favorece la fijación del mismo.

Las diferentes condiciones en que puede presentarse el potasio en el suelo, unido al complejo mecanismo que rige su movilidad, tiene especial significación en la alimentación potásica de las plantas.

Aún cuando en general existe una marcada correlación entre el nivel de potasio de cambio en el suelo y magnitud de la cosecha o respuesta a la fertilización potásica, demostrando que constituye la forma aprovechable por las plantas, el estado actual de las investigaciones señala, sin embargo, que las mismas también pueden utilizar potasio no intercambiable, por lo que, estrictamente considerado, la medida del potasio de cambio no constituye el verdadero índice de disponibilidad de este nutriente para las plantas.

Si bien es cierto que por ser el coeficiente de asimilabilidad del potasio de cambio y soluble, mucho más elevado que el liberado de la forma no inter-

cambiable, podría dicha forma constituír el índice de disponibilidad, no puede serlo sin embargo, porque no es posible juzgar el estado potásico del suelo con respecto a las necesidades de las plantas, únicamente por el nivel del potasio de cambio, por cuanto el aprovechamiento de este elemento por los vegetales está condicionado también a otros factores.

Entre ellos puede mencionarse, la aireación del suelo, que favorece la absorción del potasio por las plantas. Estando la misma vinculada estrechamente a la constitución textural y características estructurales del suelo, estado y posibilidades de drenaje y naturaleza de las labores culturales, resulta evidente que todos estos factores inciden sobre la asimilabilidad del potasio presente.

Además de estos factores intrínsecos señalados, entran en juego también otros, ya no vinculados directamente al suelo, sino a características fisiológicas y necesidades de las plantas.

En efecto, basta con mencionar que el contenido de potasio en la alfalfa oscila alrededor de 2.3 %, mientras en la avena no alcanza al 1 %, para darse rápidamente cuenta que las necesidades de potasio no son las mismas para los diferentes cultivos.

El cuadro se complica aún más si se considera que no tan sólo varían las necesidades totales de este nutriente, sino también la abundancia con que es requerido en función del tiempo. Así, mientras las leguminosas, y en general cultivos de ciclo vegetativo largo, satisfacen gradual y uniformemente sus necesidades potásicas, el maíz, por ejemplo, necesita no tan sólo grandes cantidades totales, sino también abundante suministro de este elemento en un lapso corto de tiempo, que en general coincide con el período de máximo crecimiento.

Las posibilidades de absorción de potasio por las plantas también están vinculadas al nivel de los demás elementos nutritivos, especialmente calcio, que según se ha señalado ya, gobierna en gran medida el mecanismo de fijación y liberación de este elemento, como así también, al contenido y balance de fósforo y nitrógeno en el suelo y disponibilidades de agua útil.

Por todas estas razones, resulta comprensible la dificultad que existe de poder juzgar el nivel potásico del suelo simplemente en base al conocimiento del contenido de potasio intercambiable.

Además explica y justifica las frecuentes contradicciones que se constatan a menudo con el uso de abonos potásicos, demostrando la necesidad de intensificar las investigaciones en este campo, para despejar las innumerables incógnitas existentes, que confunden y desorientan.

### Evaluación de la fertilidad del suelo y necesidades nutritivas para una producción eficiente

Alcanzar a producir elevadas cosechas económicas constituye un problema de muy simple enunciado, pero difícil solución, por el número y complejidad de los factores que intervienen.

La conocida ley del mínimo es concluyente al respecto; la magnitud de la cosecha llega al límite que le permite el factor menos favorable.

El estado nutritivo del suelo, que condiciona su fertilidad, constituye precisamente uno de dichos factores, vinculado estrechamente a la magnitud de la producción, complejo en su naturaleza, difícil de determinar, pero una vez establecidas las necesidades de nutrientes, posiblemente el más fácil de controlar de todos los factores ambientales.

Establecer el estado de fertilidad de un suelo, exige resolver sucesivamente problemas vinculados al diagnóstico de las necesidades nutritivas, valoración del grado de deficiencia y determinación de la cantidad de nutrientes necesarios para alcanzar cosechas topes.

*Diagnóstico de las necesidades nutritivas:*

El crecimiento vigoroso y altamente productivo de las plantas requiere, desde el punto de vista nutritivo, la presencia en el suelo de la totalidad de los nutrientes que las mismas necesitan, disponibles en todo momento en cantidades óptimas.

No encontrando los cultivos en el suelo dicho estado nutritivo ideal, no podrán alcanzar a producir cosechar máximas.

La manifestación de esta declinación de producción varía con el grado del déficit nutritivo. Cuando éste es escaso, tiene lugar simplemente una disminución de la magnitud de la cosecha, difícil de evidenciar por falta de síntomas externos y diferencias casi imperceptibles en la composición química de las plantas.

A medida que las disponibilidades nutritivas disminuyen, se acentúa, haciéndose ya bien perceptible la declinación de la cosecha, y aparecen manifesta-

ciones que lo ponen en evidencia, como ser: disminución de la calidad del producido, principios de síntomas foliares, anormalidades fisiológicas y en el desarrollo del ciclo evolutivo, etc.

Cuando el grado de fertilidad desciende a niveles tan bajos que ya resultan críticos para el crecimiento de las plantas, los síntomas que lo evidencian se vuelven bien específicos, puede tener lugar detención de crecimiento, y culminar, cuando el deficit nutritivo es realmente grave, hasta con la pérdida del cultivo en las primeras etapas de su desarrollo vegetativo.

Teniendo en cuenta entonces, que existen situaciones de deficiencias nutritivas en el suelo que no se traducen en anormalidades vegetativas o fisiológicas visibles, a pesar de afectar negativamente los rendimientos, resulta evidente que no basta confiar, como es corriente, únicamente en la sintomatología visual para descubrir deficiencias nutritivas en el suelo.

La ciencia del suelo dispone felizmente de métodos y procedimiento de diagnóstico, con los cuales es posible puntualizar todos los niveles nutritivos, desde los más bajos hasta los más altos, posibilitando, no tan sólo encarar con tiempo su corrección, sino también prevenir su aparición con el consiguiente beneficio del logro y mantenimiento de una elevada cosecha.

Entre estos métodos deben mencionarse las experiencias de campo; ensayos de invernáculo y laboratorio; análisis de suelos y plantas, en combinación con estudios de fisiología vegetal, y apreciaciones económicas.

*Experiencias de campo.*

A pesar de constituir los ensayos de campo un procedimiento muy antiguo, que demanda mucho tiempo y resulta costoso, su valor como guía para comprender problemas de fertilidad y manejo de suelos con miras a alcanzar cosechas elevadas, es indiscutible.

Todos los demás enfoques son substitutos, como muy bien dicen LANG y ALDRICH, cuya justificación radica en el hecho de que son más rápidos y menos costosos que un amplio y adecuado programa experimental de campo. Ensayos experimentales a largo o corto plazo, experiencias de un año y hasta demostraciones en campos o chacras de agricultores, todos ellos ayudan a "señalar maneras de lograr rendimientos más altos". "Son ellos los 'terrenos de prueba' de los conceptos científicos" (LANG y ALDRICH).

Es evidente que las condiciones y relaciones nutritivas entre la planta y el suelo deben ser estudiadas en el campo conduciendo experiencias que puedan ser analizadas estadísticamente efectuando adecuadas comparaciones con parcelas sometidas a tratamientos completos y haciendo el mayor número posible de observaciones y medidas físicas y químicas.

Las informaciones que se logran de estos ensayos experimentales son abundantes y abarcan todos los aspectos vinculados con la fertilidad del suelo y necesidades nutritivas de las plantas. Se destacan entre ellas el conocimiento de la curva de producción de cosecha en relación con la disponibilidad de nutrientes; cantidad de elementos nutritivos requeridos para producir el nivel deseado de cosecha; capacidad de suministro de nutrientes del suelo natural expresado en base al peso del producido, y por comparación con las parcelas fertilizadas, cantidad aproximada de los nutrientes disponibles en el suelo.

Se pueden identificar además en ensayos a largo plazo, los factores que realmente limitan la producción y predecir en base a ellos, las necesidades nutritivas para las futuras cosechas; conocer el efecto residual de los tratamientos; influencias sobre la calidad del producido; técnicas de aplicación de los nutrientes; época de incorporación y ubicación de los mismos; variaciones debidas a diferencias de características de los suelos; viabilidad y eficiencia de las diferentes formas y condiciones en que pueden encontrarse los nutrientes a incorporar al suelo; posibilidades económicas, etc.

La utilidad de todas estas informaciones está condicionada sin embargo a la correcta elección del lugar para el ensayo experimental, de manera que sea verdaderamente representativo de las condiciones que se ha querido estudiar, y al empleo de un número suficiente de repeticiones, convenientemente distribuidas como para permitir el análisis estadístico de los valores registrados, recordando sin embargo, al respecto, con palabras de LANG y ALDRICH, "que el tratamiento estadístico no puede mejorar la exactitud del trabajo experimental o corregir errores en comparaciones agronómicas ni modificar los efectos debidos a mala elección del lugar del ensayo". "La buena apreciación agronómica constituye el requisito primordial para planear y conducir experiencias que tengan razón de ser".

*Experiencias de invernáculo y laboratorio.*

Ante la imposibilidad práctica de conducir ensayos experimentales de fertilidad en todos los campos, y frente a la extraordinaria variabilidad de suelos, cultivos y manejos, se ha hecho uso de otros métodos experimentales, que por lo rápido y económico, permiten abarcar las diferentes condiciones señaladas.

Los ensayos de invernáculo y laboratorio, convenientemente calibrados, constituyen un complemento valioso de los estudios de campo para determinar el estado de fertilidad de los suelos, a pesar de ser conducidos en condiciones totalmente distintas de las naturales.

Consisten fundamentalmente en hacer crecer plantas en vasos o macetas especiales en muestras de suelos naturales o sometidos a diferentes tratamientos de fertilización, de acuerdo con el fin que se persigue, y juzgar su estado nutritivo por la magnitud de la materia seca producida.

Este tipo de ensayos puede ser conducido directamente con plantas herbáceas de cultivo cuya productividad se quiera medir o constatar, como cereales, hortalizas, plantas forrajeras, lino, tabaco, etc., o bien plantas indicadoras muy sensibles a deficiencias nutritivas en el suelo, como ser, la lechuga romana, girasol, u otras.

Las plantas se siembran directamente en los vasos experimentales o son trasplantadas a los mismos, y se las mantiene en condiciones uniformes y favorables de humedad, aireación y luz durante todo el ciclo vegetativo, hasta el momento de la cosecha, que se efectúa cortando el cultivo, desecándolo en estufa y pesando como materia seca.

En ciertos casos se amplía la información practicando el análisis químico del material cosechado.

Existen métodos en esta categoría de ensayos que utilizan en lugar de plantas, microorganismos (bacterias u hongos), en los que la fertilidad del suelo natural o tratado, se juzga fundamentalmente por el crecimiento (diámetro) de las colonias, o remoción, secado y pesado del tejido desarrollado.

Las muestras de suelos son inoculadas con los microorganismos señalados y mantenidas en incubación en condiciones de humedad y temperatura que faciliten su rápido desarrollo.

Estos métodos fitovegetativos, de los que existen numerosos procedimientos, si bien suministran tan sólo valores relativos, pues el crecimiento de las plantas tiene lugar en un ambiente totalmente distinto del natural, donde no pueden manifestarse las características constitucionales ni funcionales del perfil del suelo, como así tampoco influencias de orden climático, manejo del suelo, prácticas de cultivo, etcétera, tienen sin embargo importancia, pues permiten el desarrollo de las plantas en condiciones de absoluta uniformidad, suministrando estimaciones muy reales, de las disponibilidades nutritivas de los suelos.

Convenientemente correlacionados con los ensayos de campo, la información que con ellos se logra, puede equipararse a la obtenida con los primeros, siendo valiosa, no tan sólo, desde el punto de vista práctico, al permitir conocer el estado nutritivo de un suelo antes de ser cultivado, establecer necesidades de fertilizantes; pronosticar respuestas a los mismos, etcétera, sino también, para estudios técnicos de correlaciones y calibrado de los diferentes métodos de análisis químico.

*Análisis químico de los suelos.*

El conocimiento del nivel de fertilidad de los suelos por vía del análisis químico de muestras típicas, constituye como el anterior, un complemento muy recomendable de los ensayos de campo.

Consiste en someter a muestras representativas de suelos, a la acción de reactivos (ácidos diluidos y soluciones salinas diversas) capaces de extraer los nutrientes asimilables para las plantas.

Para las distintas características químicas de los suelos y diferentes nutrientes, existen determinados reactivos y métodos de análisis adecuados, que permiten extraer precisamente la parte asimilable del total de nutrientes presentes.

Con el análisis químico de los elementos asimilables, se obtienen valores numéricos de contenidos de nitrógeno, fósforo, potasio, u otros, que pueden ser expresados en mg/%, mg/‰, m. e./%, kg/ha, etc.

Los mismos son sin embargo tan sólo relativos, pues no representan las cantidades de nutrientes que podrían absorber las plantas, ya que, por tratarse, como se ha visto, de reacciones complejas de equilibrio dinámico, puede tener lugar una afluencia de nutrientes desde las formas no asimilables, que el análisis no incluye, además, que existen varios otros factores capaces de afectar la asimilación de los mismos, variando las cantidades definitivas accesibles a las plantas.

Por lo tanto, para tener significado, estas cifras deben correlacionarse o compararse con los valores que acusan muestras de suelos provenientes de ensayos experimentales de campo, de los que se conocen y han medido las respuestas a la aplicación de los fertilizantes.

El desconocimiento de esta correlación invalida el uso de este método como indicador del estado de fertilidad del suelo.

En consecuencia, el análisis del suelo es un procedimiento, que si bien permite evaluar el nivel de fertilidad del suelo, aún antes de efectuar el cultivo, tan sólo tiene realmente utilidad práctica, cuando es parte de un plan integral de investigación y experimentación.

*Análisis de plantas.*

El estado nutritivo de las plantas constituye un reflejo del nivel de fertilidad del suelo y de la habilidad de las mismas de poder hacer uso de los nutrientes, en el medio ambiente en que vegetan.

Deficiencias, excesos y la normalidad nutritiva, son condiciones en el suelo que ejercen gran influencia sobre la fisiología y metabolismo de los elementos nutritivos en las plantas, y se exteriorizan afectando la morfología parcial o total de las plantas, o bien su composición química o magnitud del desarrollo vegetativo.

Cuando un elemento nutritivo no está presente en el suelo, en cantidades suficientes, o no puede ser absorbido en la medida de sus necesidades, la concentración del mismo en la planta disminuye y declinan los rendimientos.

Si el déficit nutritivo es considerable, aparecen en las plantas síntomas de deficiencias, variables en su manifestación e intensidad, con la naturaleza del o de los elementos nutritivos en juego.

Este desarrollo anormal de las plantas ocasiona una disminución apreciable de los rendimientos, y se refleja en la composición química de las plantas por la presencia en las mismas, de los elementos nutritivos en las concentraciones mínimas.

A medida que aumentan las disponibilidades de nutrientes en el suelo, el porcentaje de los mismos en las plantas se eleva, pero tan sólo gradualmente, mientras que los rendimientos lo hacen respondiendo a la curva representativa de la ley de incrementación menos que proporcional. Los rendimientos topes recién se logran cuando las plantas pueden satisfacer en un 100 % sus necesidades nutritivas, caracterizándose esta condición por la presencia de los elementos nutritivos en las plantas en concentraciones determinadas, que Macy califica de "porcentajes críticos".

Estos porcentajes críticos de nutrientes en la planta, pueden ser superados, pero como ya no son acompañados por aumentos significativos de rendimientos, ha determinado que el autor antes mencionado califique de "consumo de lujo" a esta condición nutritiva en las plantas, significando con ello, que la absorción de elementos nutritivos tiene lugar en cantidades mayores que las necesarias.

Existiendo por lo tanto, estrecha correlación entre la composición química de las plantas y la magnitud de la cosecha, resulta evidentemente de mucho interés determinar el estado nutritivo de las mismas, por vía del análisis químico, para conocer las posibilidades de los rendimientos.

Este método de diagnóstico exige establecer previamente el nivel de las concentraciones críticas de los nutrientes en las plantas, cultivándolas en un suelo o medio nutritivo bien provisto de los mismos, y determinar luego, por comparación, su estado nutritivo, recordando al respecto que cada cultivo y cada nutriente constituye un problema por sí mismo, y debe ser estudiado por separado.

El análisis químico de las plantas como método de diagnóstico para determinar el estado nutritivo de las mismas; descubrir posibles factores limitantes; constatar la efectividad de prácticas de fertilización, etc., puede efectuarse sobre la planta entera, como así también sobre partes seleccionadas de la misma, como ser, hojas (análisis foliar) tejidos o bien directamente sobre el "jugo" de las plantas en crecimiento, para lo cual se han desarrollado técnicas analíticas precisas de laboratorio y determinaciones rápidas de campo que constituyen una verdadera garantía para predecir los requerimientos nutritivos, cuando los resultados son correctamente interpretados.

El análisis foliar y pruebas rápidas sobre tejidos de plantas o extractos de jugo, se están difundiendo ampliamente, según lo demuestran los numerosos trabajos aparecidos últimamente en la literatura edafológica mundial, constituyendo métodos particularmente valiosos sobre todo para descubir necesidades nutritivas suficientemente leves como para no provocar síntomas de deficiencias, en órganos vege-

tativos, pero sí, disminución o detención de crecimiento.

Constituyen pues, una forma práctica, precisa y rápida para conducir el cultivo a través del estado nutritivo calificado de "hambre oculta", particularmente importante por afectar desfavorablemente los rendimientos de los cultivos, sin que las plantas muestren anormalidades externas que pudieran delatar dicha condición nutritiva en las mismas.

Este enfoque es relativamente nuevo y está llamado a reemplazar al sistema del diagnóstico por los síntomas de deficiencias o de hambre, hasta hace poco muy populares, por el hecho de que, a más de ser difíciles de identificar y aparecer a menudo recién al final del ciclo de crecimiento de las plantas, y cuando el déficit nutritivo es ya considerable, no permite prevenir la deficiencia, sino solamente corregirla, y por consiguiente, sin posibilidad de anular los efectos negativos que sobre la magnitud de la cosecha, ya ha producido el déficit nutritivo señalado sobre todo en cultivos anuales de ciclo corto. Tan sólo con la rápida identificación del o de los factores nutritivos limitantes y su inmediata eliminación, será factible alcanzar los rendimientos máximos compatibles con el medio ecológico en que se desarrolla el cultivo.

Finalmente, y a fin de completar en forma resumida el cuadro expuesto relativo al conocimiento del estado nutritivo del suelo debe mencionarse todavía la utilización del método de los isótopos radioactivos, en desarrollo en la presente década, con los cuales es posible establecer en qué medida las plantas son capaces de utilizar los nutrientes propios del suelo frente a los suministrados en forma de fertilizantes. Las posibilidades prácticas de dicho método se encuentran por el momento muy restringidas, en parte por la corta duración de vida de algunos de los isótopos radioactivos que interesan en la nutrición de las plantas, y la necesidad de tener a mano un ciclotrón o reactor atómico.

Las consideraciones expuestas confirman lo señalado al principio de la exposición, de que la fertilidad constituye realmente una condición en el suelo muy difícil de definir, pero demuestra también que con el conocimiento exacto del quimismo y funciones de los nutrientes en el suelo y en la planta, y evaluación de las disponibilidades de los mismos por las vías señaladas, es posible establecer las necesidades nutritivas de los cultivos para una producción eficiente, y señalar el camino técnico-económico más aconsejable, para alcanzar el máximo rendimiento por unidad de superficie, conseguir la calidad más elevada en la producción y lograr el mayor beneficio económico posible.

## RESÚMENES DE LOS TRABAJOS Y COMUNICACIONES PRESENTADOS

### Intoxicación salina en álamos y sauce álamos

(*Comunicación*)

Manuel Avellaneda y León Nijensohn

Introducción.

Se puntualiza la necesidad de impulsar la implantación de montes artificiales para solucionar el déficit de maderas para construcción, agricultura y envasamiento, de la región de Cuyo. Al mismo tiempo se señala que en esta zona de regadío la forestación encuentra la competencia de cultivos de evolución económica más atrayente y se indica como una solución posible el empleo de tierras que por su exclusiva salinidad o altura de napa freática requieran inversiones muy elevadas para su saneamiento o de aquellas en donde las únicas aguas de riego disponibles sean inadecuadas, por su mala calidad para cultivos exigentes. De acuerdo al planteo precedente se ha iniciado el estudio del comportamiento de las principales Salicáceas cultivadas en Mendoza frente a condiciones de salinidad de suelos, aguas y proximidad de napa freática. En esta comunicación se da cuenta de observaciones y resultados de análisis con relación a montes de *Populus nigra*, *P. alba* y *Salix alba*.

Material y métodos.

La plantación estudiada se encuentra a pocos kilómetros al NE de Mendoza, en el lugar denominado "Campo Espejo", Dpto. Las Heras, en una fracción del campo que Obras Sanitarias de la Nación utiliza para el derrame de los líquidos cloacales de la ciudad. Es una depresión sin desagüe superficial y la napa freática, que fluctúa entre los 80 y 90 cm, está influída por las lagunas y piletas decantadoras.

Se describen los perfiles de 4 calicatas que corresponden a las siguientes situaciones:

*Calicata Nº 1*: Bosquecillo de álamo chileno (*P. nigra* cv. itálica *sempervirens*);

*Calicata Nº 2*: Equidistante de bosquecillos de álamo chileno y de álamo blanco (*P. alba* cv. *boleana*);

*Calicata Nº 3*: Costado este del bosquecillo de álamos blancos, donde éstos presentan síntomas agudos de sufrimiento;

*Calicata Nº 4*: Bosquecillo de sauce álamo (*Salix alba* cv. *calva*).

Se extrajeron muestras de las diferentes capas de los perfiles estudiados, de las aguas de la napa y de riego, esta última consistente en líquidos cloacales previamente decantados. Se recolectaron hojas de los árboles próximos a cada calicata y que correspondían a los que presentaban el promedio de los síntomas observados. Paralelamente y como testigos para las determinaciones analíticas se extrajeron muestras de hojas de las mismas especies forestales de lugares totalmente libres de salinidad e influencia de napa.

### Determinaciones efectuadas.

En las muestras de *tierras* se analizaron las sales solubles del extracto a saturación y del 1 : 5; pesos específicos real y aparente; conductividad eléctrica y reacción pH actual e hidrolítico. En las *aguas de riego* y napa freática se determinaron los aniones y cationes corrientes. En el *material vegetal* se analizaron por separado las partes verdes y secas; en el extracto nítrico de las cenizas se determinó Cl, $SO_4$, $PO_4$, Ca, Mg, Na y K, estos dos últimos por fotometría de llama.

### Síntomas de toxicidad.

*Álamo "chileno"*: *Las hojas* presentan un desecamiento centrípeto, con iniciación apical, precedido por clorosis internerval; manchas necróticas en los tejidos aún verdes. Los síntomas comenzaron a manifestarse en el quinto año; aparecieron aisladamente en enero para generalizarse y acentuarse a fines de temporada. Presumiblemente la iniciación de los síntomas esté relacionada con la llegada de raíces a la zona influída directamente por la napa; al desarraigar cuidadosamente un árbol se notó que la máxima *concentración radicular* está en la capa de 0 a 43 cm, a partir de los 50 cm el eje principal toma bruscamente una dirección horizontal. En la *corteza del tronco* de algunos árboles se observaron manchas húmedas, de color externo rojo vinoso e interno casi negro, las que no llegan a afectar el xilema. Por algunas *lenticelas* se notaron exudaciones de un líquido obscuro y excrecencias blanquecinas.

*Álamo "blanco"*: Se presentaron dos tipos de síntomas: *leves* (zona de influencia de la calicata nº 2) y *severos* (ídem calicata nº 3), y con variantes según se tratare de ramas primarias o secundarias. En *hojas de ramas primarias* puntuaciones cloróticas generalizadas; en *hojas de ramas secundarias*: desecación con comienzo apical y avance centrípeto; la zona peduncular es la última en secarse.

*Sauce álamo*: Sólo se observaron síntomas leves, consistentes en desecamiento restringido al ápice y a pequeñas zonas discontinuas del borde foliar.

### Datos analíticos.

Los resultados de los análisis practicados se consignan en las tablas números 1 a 4.

### Discusión

*Tierras*: Los datos de conductividad eléctrica del extracto a saturación permiten clasificar como *salinas* a todas las muestras, y como *salino-alcalinas* a las de las calicatas nos. 3 y 4. Esta última condición está revelada por altas relaciones de adsorción de sodio, correspondientes a porcentajes de sodio intercambiable superiores al 15 %. En la calicata nº 3 la alcalinización es más acentuada y, dentro de ella, la sodificación del complejo aumenta en profundidad.

*Agua de riego*: Por su baja salinidad no puede atribuírsele relación con los síntomas.

*Aguas de la napa freática*: Se observan marcadas diferencias en la composición de las muestras extraídas de las diferentes calicatas, lo que revela una circulación insuficiente y una difusión entorpecida por las características físicas del suelo. En todas ellas es elevada la proporción de sales nocivas y es remarcable la estrecha relación Ca–Mg, la que es menor que en la generalidad de las aguas subterráneas, aún las muy salinas, de la región.

*Material vegetal*: En el trabajo se discuten las proporciones y relaciones de los elementos para las partes secas y verdes de la hoja. Un resumen de las apreciaciones que surgen de los análisis se consignan en las conclusiones.

## TABLA 1 — COMPOSICION DEL EXTRACTO A SATURACION
## MONTE FORESTAL "CAMPO ESPEJO"

| Pozo Nº | Profund. cm. | Resistencia especifica Ω cm. 25°C — Pasta | Resistencia especifica Ω cm. 25°C — Extr. Sat. | Cond. Elect. especifica $\Omega^{-6}$cm. 25°C — Actual | Cond. Elect. especifica $\Omega^{-6}$cm. 25°C — Potencial | $Ca^{++}+Mg^{++}$ me/l. | $Na^{+}$ me/l. | Σ Cat. me/l. | pH. Ext. 1:10 | pH. pasta | R.A.S. | P.S.I. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 - 15 | 566 | 278 | 3.590 | 7360 | 37.50 | 19.40 | 56.90 | 7.85 | 7.70 | 4.5 | 5.0 |
| | 15 - 20 | 595 | 212 | 4.730 | 8.580 | 36.75 | 31.90 | 68.65 | 7.75 | 7.65 | 7.3 | 8.3 |
| 2 | 0 - 30 | 354 | 146 | 6.975 | 11.960 | 47.30 | 48.40 | 95.70 | 7.80 | 7.60 | 10.0 | 11.3 |
| | 30 - 40 | 490 | 160 | 6.250 | 10.630 | 43.65 | 41.40 | 85.05 | 7.85 | 7.70 | 9.5 | 10.9 |
| 3 | 0 - 15 | 319 | 118 | 8.475 | 14.550 | 47.75 | 68.65 | 116.40 | 7.90 | 7.55 | 12.1 | 16.5 |
| | 15 - 22 | 282 | 110 | 9.850 | 17.620 | 45.20 | 95.75 | 140.95 | 7.90 | 7.65 | 20.1 | 22.0 |
| | 22 - 42 | 248 | 76 | 13.150 | 21.750 | 44.30 | 129.70 | 174.00 | 8.20 | 7.80 | 27.8 | 28.0 |
| | 42 - 65 | 306 | 88,5 | 11 290 | 19.230 | 37.70 | 116.15 | 153.85 | 8.80 | 7.75 | 26.4 | 27.5 |
| 4 | 0 - 25 | 352 | 134.5 | 7.450 | 11.960 | 44.30 | 51.40 | 95.70 | 7.95 | 7.50 | 11.8 | 14.0 |
| | 25 - 55 | 277 | 116.5 | 8.580 | 16.250 | 47.75 | 82.25 | 130.00 | 7.80 | 7.60 | 17.6 | 19.3 |
| | 55 - 75 | 414 | 131 | 8.660 | 13.800 | 45.60 | 64.80 | 110.40 | 8.05 | 7.60 | 13.6 | 16.0 |

## TABLA 2 — COMPOSICION DEL EXTRACTO ACUOSO 1:5
## MONTE FORESTAL "CAMPO ESPEJO"

| Pozo Nº | Profund. cm. | $CO_3^{=}$ me ‰gr. | $CO_3H^{-}$ me ‰gr. | $Cl^{-}$ me ‰gr. | $SO_4^{=}$ me ‰gr. | $Ca^{++}$ me ‰gr. | $Mg^{++}$ me ‰gr. | $Na^{+}+K^{+}$ me ‰gr. | Σ de sales me ‰gr. | C.E.A $\Omega^{-6}$/cm 25°C | Peso especifico — Real | Peso especifico — Aparente |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 - 15 | - - - | 4,0 | 1,0 | 69,0 | 49,5 | 16,5 | 8,0 | 74,0 | 1.630 | 2.64 | 1,19 |
| | 15 - 20 | - - - | 5.0 | 2,5 | 150,0 | 127,5 | 19,5 | 13,5 | 157,5 | 2.860 | 2.48 | |
| 2 | 0 - 30 | - - - | 5.0 | 7,5 | 156.0 | 94,5 | 40,0 | 34,0 | 168,5 | 3.130 | 1,89 | 1,178 |
| | 30 - 40 | - - - | 5.0 | 5,0 | 158,0 | 120,5 | 23,0 | 24,5 | 168,0 | 3.100 | 2.45 | 1,36 |
| 3 | 0 - 15 | - - - | 6,0 | 17,5 | 102,0 | 44,0 | 28,5 | 53,0 | 125,5 | 2.750 | 2.41 | 1,138 |
| | 15 - 22 | - - - | 5,0 | 14,0 | 200,0 | 106,5 | 34,5 | 78,0 | 219,0 | 4.310 | 2.81 | |
| | 22 - 42 | - - - | 6,0 | 16,5 | 135,0 | 57,0 | 23,0 | 78,0 | 157,5 | 3.330 | 2.64 | |
| | 42 - 65 | - - - | 8,0 | 15,0 | 57,0 | 11,5 | 11,5 | 57,0 | 80,0 | 1.975 | 2.60 | 1,41 |
| 4 | 0 - 25 | - - - | 9,0 | 21,5 | 53,0 | 24,0 | 12,0 | 47,5 | 83,5 | 1.908 | 2.53 | 0,96 |
| | 25 - 55 | - - - | 5,0 | 16,5 | 199,0 | 102,0 | 29,0 | 89,5 | 220,5 | 3.815 | 2.73 | |
| | 55 - 75 | - - - | 5,0 | 9,0 | 133,0 | 93,5 | 23,5 | 23,5 | 147,0 | 2.965 | | 1,43 |

## TABLA 3 — COMPOSICION DE LAS AGUAS DE NAPA FREATICA Y DE RIEGO

| Agua de | Pozo nº | Profund. cm. | EN MILIEQUIVALENTES POR LITRO — $CO_3^{=}$ | $CO_3H^{-}$ | $Cl^{-}$ | $SO_4^{=}$ | $Ca^{++}$ | $Mg^{++}$ | $Na^{+}+K^{+}$ | Σ de Sales me/l. | C.E.A $\Omega^{-6}$/cm 25°C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| napa freat. | 1 | 70 | - - - | 19.50 | 25.50 | 83.50 | 27.90 | 25.25 | 73.25 | 128.50 | 9.416 |
| " " | 2 | 80 | - - - | 15.00 | 11.00 | 59.50 | 28.80 | 19.20 | 37.40 | 85.50 | 5.988 |
| " " | 3 | 95 | - - - | 19.50 | 55.50 | 145.00 | 15.60 | 35.40 | 168.95 | 220.00 | 15.432 |
| " " | 4 | 95 | - - - | 15.50 | 30.50 | 81.50 | 26.60 | 23.20 | 77.70 | 127.50 | 9.372 |
| Riego | | | - - - | 7.00 | 1.00 | 1.25 | 3.30 | 0.90 | 5.05 | 9.25 | 773 |

# COMPOSICION DEL EXTRACTO ACIDO DE CENIZAS DE HOJAS

REFERENCIAS
a - RAMA LARGA - Rama primarias y chupones
b - RAMA CORTA - Rama secundaria
T - TESTIGO

**EN 100 gr. DE SUBSTANCIA SECA**

| | PARTE DE LA HOJA | Alamo chileno Pozo 1 | Alamo chileno Pozo 2 | Alamo chileno T | Alamo boleana Pozo Nº 2 a | Pozo Nº 2 b | Pozo Nº 3 a | Pozo Nº 3 b | Testigo a | Testigo b | Sauce álamo Pozo 4 | T1 | T2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CENIZAS gr | Parte verde | 14.30 | 17.58 | | | 16.50 | 14.10 | 20.25 | | | 13.25 | | |
| | Parte seca | 13.90 | 17.05 | | | 14.20 | 13.30 | 18.45 | | | 11.55 | | |
| | Promedio | 14.10 | 17.31 | 13.75 | 16.84 | 15.35 | 13.70 | 19.35 | 17.00 | 14.35 | 12.40 | 8.95 | 11.00 |
| CENIZAS SOLUBLES m.e | Parte verde | 165.00 | 200.00 | | | 350.25 | 221.00 | 425.00 | | | 241.00 | | |
| | Parte seca | 282.00 | 321.50 | | | 336.00 | 208.00 | 406.00 | | | 240.00 | | |
| | Promedio | 223.50 | 260.75 | 217.00 | 306.10 | 343.10 | 214.50 | 415.50 | 280.50 | 280.00 | 240.05 | 192.50 | 243.50 |
| CLORUROS m.e $Cl^-$ | Parte verde | 7.00 | 10.50 | | | 5.00 | 32.00 | 31.00 | | | 4.00 | | |
| | Parte seca | 27.00 | 27.50 | | | 4.00 | 38.50 | 19.00 | | | 10.00 | | |
| | Promedio | 17.00 | 19.00 | 5.00 | 4.00 | 4.50 | 35.25 | 25.00 | 6.00 | 3.00 | 7.00 | 1.50 | 2.50 |
| SULFATOS m.e $SO_4^=$ | Parte verde | 70.00 | 80.00 | | | 75.00 | 60.00 | 85.00 | | | 80.00 | | |
| | Parte seca | 85.00 | 130.00 | | | 85.00 | 70.00 | 100.00 | | | 100.00 | | |
| | Promedio | 77.50 | 105.00 | 45.00 | 85.00 | 80.00 | 65.00 | 92.50 | 25.00 | 55.00 | 90.00 | 65.00 | 65.00 |
| FOSFATOS m.e $PO_4^{\equiv}$ | Parte verde | 9.05 | 10.90 | | | 10.50 | 11.20 | 9.30 | | | 11.65 | | |
| | Parte seca | 5.95 | 9.50 | | | 10.20 | 7.60 | 7.10 | | | 9.75 | | |
| | Promedio | 7.50 | 10.20 | 7.85 | 13.60 | 10.35 | 9.40 | 8.20 | 8.10 | 5.25 | 10.70 | 9.05 | 7.40 |
| CALCIO m.e $Ca^{++}$ | Parte verde | 83.00 | 91.00 | | | 253.00 | 84.30 | 242.00 | | | 179.58 | | |
| | Parte seca | 115.00 | 126.00 | | | 246.00 | 73.20 | 228.00 | | | 104.50 | | |
| | Promedio | 99.00 | 108.50 | 156.50 | 196.20 | 249.50 | 78.75 | 235.00 | 235.35 | 239.50 | 142.00 | 107.50 | 107.50 |
| MAGNESIO m.e $Mg^{++}$ | Parte verde | 23.00 | 15.50 | | | 79.00 | 30.70 | 84.00 | | | 34.50 | | |
| | Parte seca | 85.00 | 69.50 | | | 69.00 | 41.80 | 104.00 | | | 57.50 | | |
| | Promedio | 54.00 | 42.50 | 39.50 | 71.80 | 74.00 | 36.25 | 94.00 | 26.65 | 22.50 | 46.00 | 37.50 | 33.50 |
| SODIO m.e $Na^+$ | Parte verde | 27.50 | 48.50 | | | 7.30 | 81.00 | 80.00 | | | 9.50 | | |
| | Parte seca | 31.00 | 60.50 | | | 10.00 | 67.00 | 55.00 | | | 11.00 | | |
| | Promedio | 29.25 | 54.50 | 8.50 | 11.50 | 8.65 | 74.00 | 67.50 | 7.50 | 11.00 | 10.25 | 9.50 | 5.50 |
| POTASIO m.e $K^+$ | Parte verde | 31.00 | 45.00 | | | 11.00 | 25.00 | 19.00 | | | 17.50 | | |
| | Parte seca | 51.00 | 65.00 | | | 11.00 | 26.00 | 19.00 | | | 67.00 | | |
| | Promedio | 41.00 | 55.00 | 13.00 | 27.00 | 11.00 | 25.50 | 19.00 | 11.00 | 7.00 | 42.25 | 38.00 | 97.00 |

**EN 100 m.e DE SALES SOLUBLES**

| | PARTE DE LA HOJA | Alamo chileno Pozo 1 | Alamo chileno Pozo 2 | Alamo chileno T | Alamo boleana Pozo Nº 2 a | Pozo Nº 2 b | Pozo Nº 3 a | Pozo Nº 3 b | Testigo a | Testigo b | Sauce álamo Pozo 1 | T1 | T2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CENIZAS gr | Parte verde | | | | | | | | | | | | |
| | Parte seca | | | | | | | | | | | | |
| | Promedio | | | | | | | | | | | | |
| CENIZAS SOLUBLES m.e | Parte verde | | | | | | | | | | | | |
| | Parte seca | | | | | | | | | | | | |
| | Promedio | | | | | | | | | | | | |
| CLORUROS m.e $Cl^-$ | Parte verde | 4.25 | 5.25 | | | 1.40 | 14.50 | 7.30 | | | 1.70 | | |
| | Parte seca | 9.55 | 8.55 | | | 1.20 | 18.50 | 4.70 | | | 4.20 | | |
| | Promedio | 6.90 | 6.90 | 2.30 | 1.30 | 1.30 | 16.58 | 6.00 | 2.15 | 1.05 | 2.95 | 0.75 | 1.00 |
| SULFATOS m.e $SO_4^=$ | Parte verde | 42.40 | 40.05 | | | 24.25 | 27.15 | 20.00 | | | 33.35 | | |
| | Parte seca | 30.20 | 40.45 | | | 25.65 | 31.25 | 24.65 | | | 41.78 | | |
| | Promedio | 36.20 | 40.25 | 20.75 | 27.75 | 24.95 | 29.20 | 22.30 | 8.90 | 19.65 | 37.52 | 33.80 | 26.70 |
| FOSFATOS m.e $PO_4^{\equiv}$ | Parte verde | 5.50 | 5.50 | | | 3.00 | 5.00 | 2.20 | | | 4.85 | | |
| | Parte seca | 2.10 | 3.00 | | | 3.10 | 3.60 | 1.75 | | | 4.05 | | |
| | Promedio | 3.80 | 4.25 | 3.60 | 4.45 | 3.05 | 4.30 | 1.95 | 2.90 | 1.85 | 4.45 | 4.70 | 3.05 |
| CALCIO m.e $Ca^{++}$ | Parte verde | 50.40 | 45.50 | | | 72.20 | 38.15 | 56.95 | | | 74.50 | | |
| | Parte seca | 40.80 | 39.20 | | | 73.20 | 35.15 | 56.15 | | | 43.55 | | |
| | Promedio | 45.60 | 42.35 | 72.88 | 64.05 | 72.70 | 36.65 | 56.55 | 83.98 | 85.55 | 59.02 | 55.85 | 44.15 |
| MAGNESIO m.e $Mg^{++}$ | Parte verde | 14.00 | 7.75 | | | 22.55 | 13.90 | 19.75 | | | 14.38 | | |
| | Parte seca | 30.10 | 21.65 | | | 20.55 | 20.10 | 25.60 | | | 23.95 | | |
| | Promedio | 22.05 | 14.70 | 18.20 | 23.40 | 21.55 | 17.80 | 22.67 | 9.58 | 8.05 | 19.12 | 10.50 | 13.75 |
| SODIO m.e $Na^+$ | Parte verde | 16.70 | 24.25 | | | 2.10 | 36.65 | 18.85 | | | 3.95 | | |
| | Parte seca | 11.00 | 18.80 | | | 3.00 | 32.25 | 13.55 | | | 4.60 | | |
| | Promedio | 13.85 | 21.50 | 3.90 | 3.75 | 2.55 | 34.45 | 16.20 | 2.70 | 3.90 | 4.27 | 4.95 | 2.25 |
| POTASIO m.e $K^+$ | Parte verde | 18.90 | 22.50 | | | 3.15 | 11.30 | 4.45 | | | 7.25 | | |
| | Parte seca | 18.10 | 20.35 | | | 3.25 | 12.50 | 4.70 | | | 27.90 | | |
| | Promedio | 18.50 | 21.42 | 5.90 | 8.80 | 3.20 | 11.90 | 4.57 | 3.90 | 2.50 | 17.57 | 19.75 | 39.85 |

TABLA Nº 4

## CONCLUSIONES

A) *Manifestaciones de la acumulación salina*: 1º) La distinta severidad de los síntomas con relación a la magnitud de las sustancias absorbidas, indicaría que mientras en el álamo blanco predomina el aspecto cuantitativo de la acumulación salina, en el álamo chileno y en el sauce álamo es más importante la acción tóxica específica de ciertos iones. 2º) Los *cloruros* siempre están en mayor proporción en las hojas enfermas; a igualdad de concentración de cloruros en el medio el álamo blanco absorbe menos que el chileno (comparar datos de la zona de la calicata nº 2, común para ambas especies). 3º) Con respecto al *sodio* ocurre lo mismo que con el cloro. 4º) En todas las especies de Campo Espejo, la proporción de *fosfatos, sulfatos* y *magnesio* es mayor que en los testigos de sitios sanos. 5º) Con respecto al contenido de *calcio*: en el álamo chileno éste es inferior a los testigos, en el álamo blanco las diferencias no son significativas y en el sauce álamo los enfermos tienen mayor proporción que los sanos. 6º) En las hojas enfermas de álamo chileno y blanco la proporción de *potasio* es mayor que en las sanas testigo. En el sauce álamo, aunque las partes secas de las hojas enfermas contienen mayor potasio que las partes verdes de las mismas hojas, nunca se alcanza el porcentaje elevadísimo que registra uno de los testigos: 97 m.e. % gr de sustancia seca.

B) *Relaciones: suelo, napa, planta*: 1º) Consideremos que no es la salinidad del suelo sino la napa freática salina la responsable de la acumulación de iones que se manifiesta con los síntomas de toxicidad descriptos. Los fundamentos son los siguientes: *a*) no hay diferencias en la severidad de los síntomas que presentan los álamos chilenos que crecen en las zonas de las calicatas nos. 1 y 2, a pesar de que la salinidad y saturación de sodio de ambas tierras difieren notablemente; *b*) es significativo que los síntomas de sufrimiento comiencen a manifestarse cuando las raíces llegan a la zona influída directamente por la napa; *c*) la aparición de síntomas de intoxicación en álamo blanco está aparentemente más en relación con el impresionante aumento de sales totales, y en especial cloruro de sodio, de la napa freática de la calicat nº 3, con respecto a la nº 2, que con la salinidad de ambos perfiles. Estas observaciones concuerdan con conclusiones arribadas por NIJENSOHN en intoxicación de vid por cloruros. 2º) La elevada proporción de cloruros, sodio y posiblemente magnesio, en las napas freáticas y en las capas inferiores de tierra es la característica determinante de la aparición de los síntomas de intoxicación salina.

C) *Comportamiento diferencial de los forestales estudiados*: 1º) De los análisis y observaciones realizadas surge una neta superioridad, en cuanto a tolerancia a condiciones de salinidad, del álamo blanco y del sauce álamo con respecto al álamo chileno. Este último se manifiesta como muy sensible, por lo menos en las condiciones suelo-napa descriptas. 2º) La mayor tolerancia del álamo blanco está relacionada con una menor absorción salina en general y de cloruros de sodio en particular, a igualdad de condiciones ecológicas (calicata nº 2). 3º) Queda abierta la incógnita en lo referente al comportamiento diferencial del álamo blanco con respecto al sauce álamo, lo que debe ser motivo de futuros ensayos, en igualdad de medio suelo-napa.

## Intoxicación de vides por absorción de cloruros

(*Trabajo*)

LEÓN NIJENSOHN

En este trabajo se estudia la sintomatología, etiología, condiciones ecológicas predisponentes y control de una enfermedad fisiológica de la viña, caracterizada por el desecamiento parcial o total de las cepas, provocada por absorción de cantidades excesivas de cloruros.

Se establece que existe una estrecha correlación entre el contenido de cloruros de las hojas y el grado de desarrollo de la enfermedad, fijándose una escala de cinco categorías.

En casos extremos esta proporción puede llegar hasta 6,2 % de cloro sobre sustancia seca y en el extracto acuoso 1 : 25 de las hojas, una conductividad eléctrica de 11.000 micromhos/cm 25°C.

Se propone un método microquímico diferencial, fácil y rápido, para el diagnóstico de la enfermedad en campaña.

El desarrollo de este proceso tóxico es independiente de la salinidad de la tierra pero está ligado a su textura y a la profundidad de la napa freática salina. Se presenta donde las raíces de la viña se

han puesto en contacto con la napa ascendida por exceso de lluvias, riego y deficiencia de drenaje.

Se indica la posible relación entre deficiencia potásica y gravedad de la intoxicación.

Las medidas de control, además de las obras de drenaje para conseguir el descenso de la napa e impedir su reascenso, incluyen labores culturales tendientes a mejorar las características de retención hídrica de la capa explorada por las raíces, evitar las excesivas pérdidas por evaporación y transpiración y mantener el sistema radicular fuera del alcance de la napa.

## Predicción de la necesidad de fósforo en suelos mendocinos

(*Comunicación*)

León Nijensohn y Oswaldo Pizarro

Como comienzo de un plan de alcances regionales se compararon métodos químicos de determinación de fósforo disponible en dos suelos de conocida y distinta productividad vitícola. Ambos suelos participan del carácter medianamente calcáreo-yesoso de las tierras locales.

En uno de ellos se realizaron ensayos comparativos de fertilización a campo con un centeno y en macetas con lechuga, obteniéndose extraordinaria respuesta al agregado de fósforo.

De los métodos químicos empleados (fósforo total; soluble en agua; dosis isodínamas; extracciones acuosas carbonicadas, acético-acetato de sodio según Morgan —variando las proporciones suelo : agua— y bicarbonato de sodio según Olsen), los procedimientos que emplean como solución extractora el agua saturada con anhídrido carbónico burbujeante son los que parecen mejor diagnosticar la necesidad de fósforo.

Se discute la conveniencia de microensayos de campo con parcelas de reducido tamaño pero gran número de repeticiones.

## Un procedimiento para la determinación de la capacidad de intercambio catiónico de las raíces

(*Trabajo*)

León Nijensohn y Félix S. Olmos

Se hace una revisión crítica de los métodos existentes, señalando las dificultades y limitaciones de los mismos.

Se propone luego un nuevo procedimiento que consiste, en esencia, en lo siguiente: La muestra, limpia de sustancias extrañas por adecuado lavaje, es tratada con oxálico 0.5N, dos veces sucesivas, durante un total de una hora. Las raíces hidrogenadas son lavadas hasta eliminación de oxálico y luego secadas entre papeles de filtro; cinco gramos de raíces así tratadas se ponen en contacto con 100 ml de solución de $Ca(OH)_2$ aproximadamente 0.005N.

Al cabo de media hora se extraen porciones alícuotas de la solución de $Ca(OH)_2$ en equilibrio con las raíces y de un testigo sin raíces y se titula directamente la concentración de calcio con solución valorada de versenato de sodio (sal disódica del ácido etilenodiaminotetracético) en presencia de murexido como indicador.

La diferencia de concentración de calcio entre la solución testigo y las de los sistemas "$Ca(OH)_2$-raíces", se refiere a calcio adsorbido y se expresa en m.e./100 gr de raíces secas a estufa.

Las comprobaciones experimentales realizadas demuestran que el procedimiento propuesto, de sencilla ejecución, no afecta a la vitalidad de las raíces, es satisfactoriamente reproducible y adaptado a determinaciones en serie.

## La quema de los rastrojos del algodonero y sus consecuencias para la fertilidad del suelo

(*Trabajo*)

Juan Quant

I) Generalidades.

Desde hace muchos años y por decretos (8) sucesivos existe la obligatoriedad de la incineración de los rastrojos del algodonero como medio de lucha contra la "lagarta rosada", *Platyedra gossypiella,*

SAUND (1 y 17). Actualmente, rige el decreto 2017 (9) que si bien permite otros métodos de destrucción, en general, se sigue exigiendo el uso del fuego para combatir dicha plaga *.

Contando co nel asesoramiento del Ing. Agr. CARLOS A. LIZER Y TRELLES, luego de seguir paso a paso y en varias chacras el proceso de la quema de los rastrojos, mesas redondas, consulta a profesionales relacionados a la materia, etc., se llegó a la siguiente conclusión: "en la forma que se practica actualmente en el Chaco —aplicable al resto de la zona algodonera del país— la quema de los rastrojos del algodonero es ineficaz para disminuir el grado de infestación de la 'lagarta rosada' en el campo".

Además, en la bibliografía consultada (4, 5, 6, 7, 12, 13, 25 y 26) ni aún para la erradicación de dicha plaga recurren a la incineración de los rastrojos del algodonero. Por otro lado, mediante dicha práctica se destruye el principal aporte de materia orgánica, aparte de las malezas, hojas y raíces del algodonero, en los suelos dedicados al cultivo del algodón.

## II) OBJETIVOS.

Por lo expuesto, y dada la importancia de la materia orgánica (2, 3, 10, 11, 14, 15, 16, 21, 22, 23, 24) en la conservación de la estabilidad y fertilidad del suelo, y por no contar con datos en el país nos fijamos los siguientes puntos:

*a*) Peso de la materia seca de los rastrojos sometidos a la quema;

*b*) Cantidad de carbono que se pierde y la de nitrógeno que se volatiliza durante la incineración de los mismos, y

*c*) La forma más conveniente de incorporar al suelo dichos rastrojos.

## III) MÉTODO DE TRABAJO Y RESULTADOS OBTENIDOS.

A) *En campaña*: Se seleccionaron 26 chacras en diversas localidades del Chaco. Los algodonales en estudio se clasificaron en tres grupos: con plantas "en vicio", normales y raquíticas. Cada muestra estaba representada por el "total de plantas existentes en dos líneas del cultivo y en una longitud de dos metros".

* En la campaña 58/59, en el Chaco, la Dirección de Sanidad Vegetal dejó que el agricultor eligiese el método de destrucción de su rastrojo.

La falta de espacio nos impide detallar los datos recogidos para cada uno de los algodonales. Las cifras del "peso de la materia seca" expresadas en kilos por hectárea se resumen a continuación:

*a*) Cultivos con plantas raquíticas: para plantas enteras de 500 a 5.000, con un promedio de 3.000 kg/ha.

*b*) Cultivos con plantas "en vicio": entre 8.000 y 17.000, con 13.500 kg/ha término medio y siempre expresados para plantas enteras, y

*c*) En cultivos con plantas normales: 1) para plantas enteras de 3.300 a 7.000, y un promedio de 5.000 kg/ha; 2) en plantas sin raíces; entre 3.000 y 6.300 con un valor medio de 4.700 kg/ha, y 3) para raíces únicamente; con cifras límites de 300 a 1.400, y un promedio de 850 kg/ha.

B) *En laboratorio*: Los análisis químicos fueron realizados en los laboratorios del Instituto de Suelos y Agrotecnia (INTA) por la Dra. María A. S. de Rondini, cuya colaboración, sugestiones y gentileza agradezco sinceramente.

Las determinaciones efectuadas y los métodos empleados fueron:

1) Carbono orgánico, según la técnica de WALKLEY-BLACK, modificado.

2) Nitrógeno orgánico, por el método de KJELDAHL sin destilación, RONDINI, 1950 *.

3) Cenizas, directamente sobre cápsula por medio del mechero de BUNSEN.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

| *Clase de cultivo* | *Gramos por cien partes de materia seca* | | |
|---|---|---|---|
| | C orgánico | N orgánico | Cenizas |
| 1) Con plantas raquíticas .. | 45,66 | 0,34 | 15,00 |
| 2) Con plantas normales .. | 43,56 | 0,38 | 24,00 |
| 3) Con plantas "en vicio" | 44,70 | 0,35 | 16,50 |

## IV) DISCUSIÓN.

Los resultados obtenidos, en lo que respecta al peso de la materia seca de los rastrojos, son mayores que los de otros autores. En efecto, MILLARD y TURK, citado por SAUBERÁN y MOLINA (22), da un valor de 2.000 kg/ha. CHRISTIDIS y HARRISON (7) y también BROWN y WARE (4) nos dicen que MCBRYDE

* Rev. Inv. Agric. 1950, 3, 309.

lo estima en 3,700 kg/ha y que, McHargue sin tomar en cuenta las raíces da un valor de 2.400 kg/ha de materia seca. En cuanto al contenido de nitrógeno orgánico y cenizas es imposible hacer comparaciones, pues los datos que se disponen (4, 7 y 20) corresponden a plantas maduras, es decir, a muestras recolectadas una vez que han madurado las primeras peras; en cambio, los análisis presentados en este trabajo son los de un material muerto, o sea, rastrojos listos para ser quemados muy tarde.

En lo que se refiere al porcentaje de carbono orgánico, en la bibliografía consultada (4, 5, 7 y 20) no se cita a dicho elemento, pues los estudios realizados sobre este cultivo han tenido como finalidad la de estimar, mediante los análisis químicos, las necesidades en elementos fertilizantes.

Finalmente, queda por considerar las consecuencias de la quema de los rastrojos sobre la fertilidad del suelo y la forma más conveniente de incorporarlo al mismo cuando no se lo incinera, que en definitiva sería lo más racional. Al respecto, hay que hacer varias consideraciones, a saber:

*a*) Sauberán y Molina (22) han hecho un estudio y revisado la bibliografía sobre la quema de los rastrojos en forma exhaustiva; en él, se encuentran los argumentos a favor y en contra de dicha práctica. De las conclusiones de estos autores hay que destacar las siguientes:

"La quema de los rastrojos como operación de rutina no puede ser aceptada, a no ser que se encuentre otro modo de incorporar materia orgánica al suelo" y,

"El uso racional de los residuos de las cosechas es la forma más sencilla y barata de conservar la fertilidad de los suelos, en el cultivo extensivo que se practica actualmente en la Argentina".

*b*) Esta práctica al destruir la materia orgánica, base de todo vegetal, impide la posible formación de humus y provoca la pérdida del nitrógeno que contiene. Concretamente, la incineración de un rastrojo corriente de 5.500 kg/ha de materia seca y que contiene un 45 % de carbono y 0,36 % de nitrógeno elemental, acarrean una pérdida anual de 2.500 kg/ha de carbono y 20 kg/ha de nitrógeno, estos últimos equivalen a más de 100 kg de salitre chileno.

Por otro lado, Christidis y Harrison (7) indican que la sola incorporación de los residuos del algodonero agregan al suelo más elementos fertilizantes que cualquier abonadura mixta de las corrientemente usadas en los Estados Unidos de América.

*c*) Aparte del valor del rastrojo del algodonero por la materia orgánica que representa, hay que tener también en cuenta, según la forma en que se lo incorpore al suelo, la protección física que ejerce contra la lluvia y el sol.

Actualmente, se recomienda el picado y la incorporación profunda —12 a 15 cm— de los restos de la cosecha del algodonero con el fin de poder destruir a la "lagarta rosada" (4, 5, 6, 7, 13 y 25). En tales condiciones, es probable, que los efectos beneficiosos de la materia orgánica agregada al suelo sean disminuídos en forma apreciable. En efecto, la mejor influencia de ella se produce por la descomposición aerobia de la celulosa, Molina y Spaini (18 y 19). Además, la protección física contra la lluvia no se llevaría a cabo, Stallings (24) y otros (11 y 23).

En realidad, por el momento, en la Argentina no existen datos suficientes sobre la destrucción de la "lagarta rosada" y las diferentes maneras de incorporar el rastrojo del algodonero y el efecto de éste sobre el suelo.

Quizá, un sistema que dé buenos resultados para ambos objetivos: destrucción de la "lagarta rosada" y mejor manejo del suelo, sea el siguiente: incorporación superficial y temprana del rastrojo; luego, cuando la mayor parte de éste se haya descompuesto proceder al enterrado profundo del mismo. Aparentemente, el éxito de esta operación radica en un buen contenido de humedad en el suelo que permita una fácil y rápida descomposición del material vegetal agregado.

*d*) En la práctica, para la incorporación superficial del rastrojo da buenos resultados el arado rastra, el rolo de madera a cuchillas solo o acompañado de rastra de discos, una combinación del rolo y "rastrojero" y, los mejores con la máquina picadora.

## V) Conclusiones.

1) La quema del rastrojo del algodonero, tal como se practica corrientemente en el Chaco, es una medida ineficaz para destruir a la "lagarta rosada".

2) Esta práctica contribuye a disminuir la estabilidad y fertilidad del suelo al impedir el principal aporte de materia orgánica en la zona algodonera.

3) Se estima que el peso de la materia seca de un rastrojo corriente es de 4.500 a 5.500 kg/ha.

4) Que mediante la quema de ese material se impide agregar al suelo unos 2.500 kilos de carbono y unos 20 kilos de nitrógeno elemental.

5) Que el agregado superficial de los rastrojos es una defensa contra el golpeteo de las gotas de lluvia y puede constituir un material valioso para mejorar el suelo por la materia orgánica que representa. Sería indispensable sin embargo, evitar la multiplicación de la "lagarta rosada", por lo que convendría estudiar de inmediato la posibilidad de una incorporación profunda cuando ya casi todo el material, agregado superficialmente, se ha descompuesto.

## VI) Resumen.

Se estudia la quema del rastrojo del algodonero y sus consecuencias agronómicas. Se demuestra que ella no disminuye la infestación de la "lagarta rosada", *Platyedra gossypiella*, Saund. Se comprueba que dicha práctica disminuye la fertilidad del suelo y facilita la erosión. Se dan las pérdidas que causa en kilos por hectárea de carbono y nitrógeno orgánico. Se estudia el valor del rastrojo del algodonero como mejorador del suelo. Se analiza la forma más conveniente de incorporarlo al campo y las maquinarias más económicas para hacerlo.

## Summary.

The aim of this report is to prove that a continual burning of the cotton plant residues, which we believe is a wrong farming practice, reflect in the long run serious agronomic consequences. Besides, heavy infestations of Pink bollworm, *Platyedra gossypiella*, Saund, in cotton fields have failed to be controlled by means of this practice. On the other hand from structural point of view the soil fertility is serioualy menaced and erosion is alarmingly encouraged. Through our report we try to demonstrate that losses of Carbon and Nitrogen per hectare do in fact occur as a consequence of this practice.

The value of cotton stubble as improver of the soil is emphasized as it is our belief that all cotton plant residues must be incorporated in the soil by means of some economic machinery.

## BIBLIOGRAFIA

(1) Barral, J. M. y Zago, L. B., 1956: *Lucha contra las plagas de algodón.* Bol. nº 1. Est. Exp. Nac. Pcia. R. S. Peña, Chaco.

(2) Baver, L. D., 1956: *Soil Physics.* John Wiley and Sons. N. York.

(3) Broadbent, F. E., 1957: *Organic Matter.* The Yearbook, 1957. *Soil.* The U. S. Depart. of Agric. Washington, D. C.

(4) Brown, H. B. and J. O. Ware, 1958: *Cotton.* McGraw-Hill. N. York.

(5) Cardozier V. R., 1957: *Growing Cotton.* McGraw-Hill. N. York.

(6) Curl, L. F. and R. W. White, 1952: *The Pink Bollworm.* The Yearbook of Agriculture 1952. *Insects.* The U. S. Depart. of Agric. Washington, D. C.

(7) Christidis, B. G. and Harrison, G. J., 1955: *Cotton Growing Problems.* McGraw-Hill. N. York.

(8) Decretos del 10 de junio y 2 de julio de 1924, números 67.249 y 89.051, el nº 112.630 del 18 de setiembre de 1935, el del 26 de agosto de 1936 y el de agosto 24 de 1937, y

(9) Decreto nº 2017 del 27 de febrero de 1957, expediente nº 2436/56.

(10) Demolon A., 1952: *Dynamique du Sol.* Dunod. París.

(11) Donahue, R. L., 1958: *Soils* Prentice-Hall. N. Jersey.

(12) Est. Exp. Agrícola, 1956. *El Cultivo del Algodonero en Pto. Rico.* Univ. de P. Rico. *Bol.* 131, Río Piedras, P. Rico.

(13) Fernald, H. T. and H. H. Shepard, 1955: *Applied Entomology.* McGraw-Hill. N. York.

(14) Gros, André, 1957: *Engrais.* La Maison Rustique, París.

(15) Kunnelt, Wilhelm, 1957: *Biología del Suelo.* Con. Sup. Inv. Cient. Téc. Madrid.

(16) Laatsch, W., 1952: *Modernos Conceptos sobre el Humus.* Con. Sup. Inv. Cient. Técn. Madrid.

(17) Mallo, R. G., 1958: "La «lagarta rosada» del algodonero a los 35 años de su hallazgo en el país". *An. Soc. Cient. Arg.* **166**: 482-490.

(18) Molina, J. S. y L. Spini, 1947: "Producción de coloides en la descomposición aerobia de la celulosa". *Rev. Arg. Agron.*, **14**: 20-32.

(19) Molina, J. S. y L. Spaini, 1949: "Coloides producidos en la descomposición aerobia de la celulosa y su influencia sobre la estructura del suelo". *Rev. Arg. Agron.* **16**: 33-49.

(20) Pécora, E. J. y J. Abitbol, 1938: "Composición química de la planta del algodón". *J. Nac. Alg.* Bol. nº 36. Bs. Aires.

(21) Russell, E. J., 1950: *Soil Conditions and Plant Growth.* Longmans and Co. Londres.

(22) Sauberán, C. y J. S. Molina, 1956: "La quema de los rastrojos". *Rev. Arg. Agron.* **23**: 157:179.

(23) Sauberán, C. y J. S. Molina, 1957: *Agotamiento, Erosión y Recuperación de Suelos en la República Argentina.* Hombre y Suelo. Bs. Aires.

(24) Stallings, J. H., 1957: *Soil Use and Improvement.* Prentice-Hall. N. Jersey.

(25) U. S. Depart. of Agric., 1953: "The Pink Bollworm. How we figth it". *Bull.* nº 339.
(26) U. S. Depart. of Agric., 1959: "Conference Report of Cotton Insect Research and Control". *Twelfth Annual Report.* Texas, dec. 14/16, 1958.

## Rendimientos decrecientes del maíz en la República Argentina en relación con factores edafo-climáticos

(*Comunicación*)

Marino J. R. Zaffanella y Matilde G. Zaffanella

Según una opinión bastante generalizada, los suelos de la región pampeana argentina en la parte donde se asienta el núcleo de la producción maicera, pertenecientes al gran grupo de los suelos de pradera, pierden fertilidad de manera evidente, porque los rendimientos del maíz han venido decreciendo en forma sostenida.

Los autores entienden por fertilidad la riqueza de un suelo en sustancias nutritivas disponibles y, en el estudio realizado, han encontrado una evidente vinculación entre contratiempos climáticos y rendimientos decrecientes, no así, de una manera tan clara, entre éstos y una disminución generalizada de fertilidad.

Mediante datos de 30 campañas agrícolas sucesivas (1927/28 a 1957/58), obtenidos en el partido de Pergamino, representativo de la marcha del cultivo en la región, los autores demuestran que ha venido aumentando la frecuencia de años con sequías estacionales durante la floración y espigazón del maíz, subperíodo particularmente sensible a la falta de agua.

Ya anteriormente otros autores habían establecido una correlación significativa y directa entre la magnitud de las lluvias de verano (noviembre más diciembre) y los rendimientos de maíz sin haber considerado la cuestión desde el punto de vista de un aumento de la frecuencia de años con lluvias deficientes en el verano en correlación con un aumento de la frecuencia de años de malos rendimientos, lo que se ha traducido en una tendencia decreciente en la magnitud de las cosechas. El suelo juega importante papel porque sus condiciones físicas, en la región considerada, contribuyen a agravar la incidencia de las sequías. En efecto, su capacidad de almacenar agua se ve dificultada por un drenaje interno mediano a lento al nivel del horizonte B. Esta característica (propia de muchos suelos de pradera), hace que el agua de lluvia escurra en buena medida en vez de penetrar y que las raíces del maíz queden confinadas casi exclusivamente a los horizontes A, que en la región tienen, en total, un espesor medio de 22 cm. Sequías estacionales breves, pero intensas en razón de los vientos y fuertes calores, agotan rápidamente la reserva de agua disponible y el cultivo sufre sensibles mermas en su rendimiento.

Estas circunstancias han llevado a los autores al estudio de las relaciones agua-suelo-planta mediante el criterio de la evapotranspiración, por considerarlo un enfoque más apropiado que el de correlacionar lluvias con rendimientos.

Han empleado el método de Thornthwaite que utiliza en el cálculo lluvias mensuales y temperaturas medias mensuales para determinar la magnitud de la evapotranspiración. Han encontrado así, mejor ajuste entre el balance hídrico de diciembre-enero y rendimientos, que entre lluvia de igual período y rendimientos, lo cual confirmaría la interacción suelo-clima sobre el cultivo como ha sido señalada más arriba. Cabe destacar que la correlación debe ser más estrecha en la realidad puesto que el método mensual no puede apreciar en su intensidad, sequías que comienzan y terminan dentro de un mes.

Lo expuesto no quita que existan problemas de fertilidad y degradación. Ellos ya existen en áreas donde la subdivisión de la tierra ha llevado a unidades menores de 100 hectáreas, para las que será necesario planear sistemas adecuados de rotación o buscar nuevas formas de uso de la tierra, porque en ellas no es posible desarrollar económicamente el tradicional programa de rotaciones con "descansos" periódicos del suelo, como se estila en propiedades más extensas donde se alterna agricultura con ganadería.

Se pone énfasis en programas de rotaciones porque los fertilizantes no han dado hasta ahora resultados destacables. El nitrógeno, en mayor medida y el fósforo en medida menor, han dado cierto resultado con los cultivos de verano, pero será necesario un adecuado plan de experiencias con fertilizantes para confirmar esta presunción.

En cambio la reacción de los cultivos de invierno, como el trigo, ha sido evidente al nitrógeno en chacras de extensión reducida, pero aún así los fertilizantes nitrogenados (tanto amoniacales como nítricos), son inaplicables por su elevado costo.

La erosión hídrica laminar es ya de cierta consideración también en propiedades pequeñas sometidas a cultivos ininterrumpidos y las prácticas conservacionistas son desconocidas por los agricultores.

Si las condiciones climáticas (que en los últimos 3 años han sido más favorables para el maíz pues ha llovido adecuadamente en el verano), mantienen las características del período estudiado, los autores creen necesario destacar que, en casi el 70 % de los años estudiados, ha faltado humedad durante la floración y espigazón del maíz. Por lo tanto, no cabe esperar buenos rendimientos maiceros o al menos un cambio de tendencia mientras no pueda gobernarse el agua y la investigación y experimentación deberán orientarse, ante todo, hacia el estudio del balance hídrico y de las normas tendientes a mejorarlo durante la primavera y el verano.

## Estudio preliminar sobre los factores influyentes en la absorción aérea y transporte de elementos nutritivos

(*Comunicación*)

Rubén O. Meninato

Se efectúa una revisión sobre los principios de influencia en los tratamientos fertilizantes por las partes aéreas de las plantas.

Por medio de aplicaciones de $Zn^{65}$ en plantas jóvenes de café y siguiendo técnicas de radiautografía y contaje de elementos radiactivos se efectúan observaciones sobre la absorción del Zn y factores que puedan influir la misma y su posterior transporte a otros órganos de la planta.

Dentro del carácter preliminar de la investigación se destacan algunas conclusiones como ser: importancia del esparcido uniforme, influencia del adhesivo, efecto de otros agregados en la absorción y presumible influencia en el transporte.

Se destaca la importancia de los tratamientos aéreos con fertilizantes y la necesidad de estudios destinados a investigar su relación e influencia sobre la absorción de elementos por raíz.

### Discusión.

Las aplicaciones a concentraciones elevadas conviene sean efectuadas en forma que asegure un esparcido uniforme, principalmente cuando por razones de ácidos libres o reacción en general sean posibles quemaduras o áreas necróticas que dificultan la interpretación de resultados.

En base al tratamiento nº 6, que en su aplicación superior no produjo necrosis, comparado con la inferior, se observa mayor absorción y traslocación como consecuencia del tratamiento efectuado en la parte inferior de la hoja.

Se confirmaría el concepto de mayor absorción por el revés de la hoja.

En todos los contajes se observa que la absorción fue influída por la presencia de otros elementos. Los 1 y 2 ($SO_4 Zn$ y $SO_4 Zn$ con adhesivo), denotan mayor absorción.

Todos los agregados disminuyen la absorción pero, en cuanto a traslocación pareciera no existir influencia de los mismos pues comparando, los tratamientos no hubo diferencias significativas.

El movimiento del Zn dentro de la planta se habría producido en una escala muy reducida.

Las características del $Zn^{65}$ con su débil radiación gamma harían aconsejable la utilización de contador de centelleo para un eficiente contaje.

En cuanto a la digestión convendría proceder a la misma sin $H_2 SO_4$ pues existe el problema de la evaporación en caso que se deseen analizar muestras sólidas.

### Conclusiones.

1. Conveniencia de un esparcido uniforme de la solución nutritiva en el tratamiento foliar.

2. Importancia del adhesivo a utilizar.

3. Todos los agregados usados como neutralizantes sobre e incluso nitrógeno, disminuirían la absorción.

4. El Zn se moviliza en cantidades muy reducidas y esta traslocación no se vio afectada por la cantidad absorbida.

5. La traslocación de elementos como el Zn no sería función de la cantidad absorbida.

6. Los factores estudiados influyeron en la absorción pero no en la traslocación.

## Curvas de fecundidad de los bovinos

(*Comunicación*)

MANUEL A. LLORENS

Como consecuencia de nuestros trabajos profesionales hemos tenido oportunidad de efectuar controles de fecundidad en gran número de vacas en muchos establecimientos de distintas zonas del país.

La falta de fecundidad observada en un número bastante elevado de vacas y su relación visible con las distintas zonas del país y con la edad de las mismas vacas, nos han permitido elaborar algunas "curvas de fecundidad" que reflejan visiblemente el problema que afecta directamente a la explotación pecuaria.

Los datos que hemos recogido para la confección de estas curvas son los siguientes:

Edad de las vacas
Lactancia
Vientres en descanso
Pastoreos naturales y artificiales, etc.

Cuando la incidencia de cada uno de estos rubros ha sido semejante en varias estancias de cada zona, hemos podido manifestar que la *curva de fecundidad es característica de dicha zona.*

Si cada zona tiene su curva de fecundidad característica, nos indica que las condiciones agrológicas de cada una de ellas, han incidido en el total y cada una de las vacas, produciendo una *esterilidad funcional* causante de la poca fecundidad de los bovinos en nuestro país.

Hemos podido demostrar con las curvas citadas que el 80 % de las vacas que *no han tenido cría* al año, son una consecuencia de una *esterilidad funcional* y no de una esterilidad orgánica.

## CONSIDERACIÓN DE LOS TRABAJOS PRESENTADOS

*Intoxicación salina en álamos y sauce-álamos*: M. AVELLANEDA y L. NIJENSOHN.

Sin debate.

*Intoxicación de vides por absorción de cloruros*: L. NIJENSOHN.

Sin debate.

*Predicción de la necesidad de fósforo en suelos mendocinos*: L. NIJENSOHN y O. PIZZARRO.

*Palleroni*: Se podrían hacer las extracciones carbónicas en el percusor.

*Nijensohn*: Hemos pensado no exactamente en un aparato tipo percusor, porque se mezclarían las extracciones con el líquido, produciéndose una adsorción y una disorción que interferirían entre sí, sino en un método de extracción periódica de muestras por un sistema rotativo, es decir, analizar en función del tiempo la concentración, etc.

*Fuentes Godo*: ¿Los autores tiene datos de magnesio de los suelos estudiados?

*Nijensohn*: Los suelos de Chacra de Coria contienen alrededor de 0,8 %, mientras que los de Monte Caseros contienen pocas décimas. Con relación al estado de la materia orgánica, se plantea el interrogante en los suelos mendocinos en cuanto a las fuentes de nitrógeno que compensan las cantidades extraídas por los cultivos, dado que las cantidades provenientes de la mineralización de la materia orgánica de esos suelos son insignificantes, no pudiendo pensarse en el nitrógeno aportado por el agua de riego; teniendo en cuenta los caudales aportados no llega a equilibrar la suma. Todo ello hace pensar en algún tipo de fijación que explique el continuo suministro y la falta de respuesta a abonos nitrogenados.

*Molina*: Nos enfrentamos con suelos del Chaco pobres en magnesio y ricos en *Azotobacter* y con suelos de Santiago del Estero salinos e igualmente ricos en *Azotobacter*, sin comprender el origen de la fuente de carbono.

*Nijensohn*: En Mendoza no hay problema de fuente de carbono, porque si bien la cantidad de materia orgánica humificada es escasísima, al enterrarse las malezas se suministra en forma continua materia orgánica de amplia relación C/N; esto, en cuanto al primer aspecto. En segundo lugar, como los suelos están bajo riego, se obtiene un humedad óptima como la que puede proporcionarse *in vitro* en el laboratorio.

*Tschapek*: ¿Cuántos kilos por hectárea y por año saca una cosecha, en el caso de la vid?

*Nijensohn*: Más o menos, entre 50 y 100.

*Tschapek*: PRIANISHNICOF considera que el 20 % del nitrógeno sacado por las cosechas debe ser restituído por los microorganismos; en las actuales prácticas europeas, el restante 80 % debe ser proporcionado por abonado.

*Nijensohn*: Las aguas de los ríos de Mendoza y San Juan, como las subterráneas, son todas cálcicas, probablemente bicarbonato de calcio y sulfato de calcio.

*Cerana*: En Santa Fe hay suelos salinos con napas freáticas cerca de la superficie y con un contenido en sales de 7 gramos por litro, con humificación extraordinaria. Pregunto si ése puede ser el factor que favorezca la producción.

*Nijensohn*: Tanto en los suelos de alta productividad, como en los de baja, el contenido en calcio es grande. En suelos salinos frecuentemente se registran buenos rindes de alfalfa ligados a amplios suministros de potasio, elemento crítico en el cultivo de leguminosas.

*Un procedimiento para la determinación de la capacidad de intercambio catiónico en las raíces*: L. NIJENSOHN y F. S. OLMOS.

*Olmos*: Tenemos para el *Cynodon dactilom* una capacidad de intercambio de alrededor de 15 miliequivalentes por 100 gramos de sustancia seca.

*Tschapek*: ¿Qué tipo de raíces consideraron?

*Olmos*: El total de las raíces con propósitos comparativos.

*Palleroni*: No comparto la crítica hacia el método electrométrico y que insume mucho tiempo.

*Olmos*: Para los propósitos prácticos perseguidos, al no poder disponerse de ese aparato, se ha tratado de obviar ese inconveniente.

*Palleroni*: Otro punto discutible es la expresión de los resultados en base a materia seca; además, no debe olvidarse que no es un fenómeno exclusivamente de superficie, sino que hay transporte hacia el interior.

*Olmos*: Sólo nos interesa la capacidad del intercambio iónico externo de la raíz, no el transporte de ese ion hacia el interior de la raíz. Como nosotros utilizamos para esa reacción química la raíz cálcica más la raíz hidrogenada más hidróxido de calcio, tenemos una reacción muy rápida y como lo que se busca son valores comparativos y no absolutos, a pesar de las imprecisiones del método, puede interpretarse sin inconvenientes.

*Nijensohn*: Las determinaciones se hicieron sobre plantas de la misma edad desarrolladas en arena, para ir al diagnóstico de la diferencia específica entre plantas. Por otra parte, la expresión de los resultados en miliequivalentes por unidad de superficie radicular sería más conveniente que por 100 g de sustancia seca; pero hay dificultades en el primer caso que no están balanceadas por las posibilidades de interpretación diferencial. Comparando las gramíneas con las dicotiledóneas, encontramos que las primeras, con una mayor superficie específica en relación al peso, presentan valores de intercambio expresados en 100 g de sustancia seca, menores que las dicotiledóneas y, por consiguiente, de expresarse los resultados en función de superficie radicular, se hacen más marcadas las diferencias en el sentido de una mayor capacidad de intercambio por unidad de superficie en las dicotiledóneas. De manera que ese aspecto se ha tenido en cuenta, pero para el diagnóstico rápido de la capacidad de intercambio de diferentes especies vegetales es suficiente la forma de expresión de los resultados adoptada.

*La quema del rastrojo del algodonero y sus consecuencias sobre la fertilidad del suelo*: J. QUANT.

*Ríos*: ¿Han tomado las cifras del material orgánico que no se quema y que va cayendo durante el ciclo del cultivo?

*Quant*: No, no era ese nuestro propósito.

*Musi*: En la zona de Corrientes esa obligación sanitaria no se cumple y cuando el colono incorpora el rastrojo, lo junta con una rastrita muy saltarina que junta nada más que las ramas gruesas, haciendo un montón que no ha de llegar a una tonelada. ¿Tienen datos de evolución de materia orgánica en el suelo y contenido de nitrógeno en los tratamientos que aconsejan?

*Quant*: No.

*Giambiagi*: Quisiera saber si la estabilidad de los agregados se debe a las bacterias de las celulosas o a la simple acción física de los rastrojos.

*Quant*: No tenemos datos concretos en el Chaco, sólo son deducciones de los antecedentes bibliográficos y de los trabajos hechos en gran escala en la zona Pampeana, en Córdoba.

*Molina*: Ese problema lo estamos estudiando ahora, tratando de averiguar qué bacterias están actuando en la descomposición del algodonero; hasta

ahora sólo hemos podido observar *Cytophaga.* En el caso de las hojas del trigo y del maíz ya lo hemos comprobado plenamente, trabajando con material proveniente de chalares de varios lugares de la provincia de Buenos Aires; hemos hallado prácticamente el 100 % de colonias de *Cytophaga.* En verdad, son colonias de bacterias productoras de coloides, pero dominando *Cytophaga* y *Pseudomonas.*

*Declinación de la fertilidad de suelos de la región maicera argentina*: M. J. R. ZAFFANELLA y M. G. ZAFFANELLA.

*Nijensohn*: ¿La tendencia de los rendimientos decrecientes del maíz resultan de la aplicación experimental de la fórmula de THORNWHATE?

*Zaffanella*: No hemos podido aplicar esa fórmula por falta material de tiempo.

*Nijensohn*: En Alemania se está desarrollando una escuela sobre la base de que las deficiencias nutritivas provocan un consumo exagerado de agua por las plantas y se ha creado un método de diagnóstico de deficiencias de acuerdo con el marchitamiento provocado por corrientes de aire en función del tiempo.

*Zaffanella*: Especialmente, los malos rendimientos considerados como tales debajo del promedio, tienen una caída a través del tiempo mayor que la ganancia en los buenos rendimientos.

*Molina*: ¿Se han estudiado casos concretos?

*Zaffanella*: Estamos llevando a cabo en fertilidad la investigación básica para orientar el futuro trabajo experimental y consideramos necesario tener en cuenta en las futuras investigaciones el balance hídrico del suelo.

*Molina*: Nosotros tenemos un caso concreto: en Pergamino, un campo completamente erosionado que se está recuperando, comparado con otro, calle por medio, que se trabaja en la forma corriente en la zona, ha rendido en el último año 53 quintales contra 35 del segundo.

*Zaffanella*: En la Estación Experimental de Pergamino, en un campo anexo que ha tenido 30 ó 40 años de cultivo repetido, en un ensayo factorial de fertilizantes se ha obtenido una ganancia en los rendimientos que hubiera compensado el elevado costo de los abonos nitrogenados, mientras que en el campo de un establecimiento a 10 ó 12 km de ese lugar no se obtuvo ningún resultado.

*Merzari*: ¿En qué datos se ha basado para designar a esos suelos como suelos rojizos de pradera?

*Zaffanella*: He tomado en cuenta la opinión del Ing. MIKENBERG; los doctores CAPPANNINI y DOMÍNGUEZ en *Suma de Geografías,* los clasifican como suelos negros. Con respecto a si hay conocimiento de aguas de lluvia cuando no se han hecho las labranzas oportunas y si hay encostramiento, podemos mencionar observaciones, después de un mes de sequía, que mostraban en un campo que había sido alfalfar hasta 2 ó 3 años atrás en que comenzó a cultivarse con maíz, una humedad próxima a la capacidad del campo, mientras que en otro que venía siendo cultivado desde 15 ó 20 años se mostraba casi seco. Hay toda una serie de problemas, encostramiento, degradación física, etc. Por otra parte, la erosión hídrica en Pergamino está teniendo un carácter mucho más general y amplio de lo que pueda suponerse; no actúa produciendo cárcavas, grietas, pero en suelos de textura franco a franco arcillosa con pendientes muy suaves del 1 %, donde uno no pensaría que hubiese ese problema cuando el suelo es muy cultivado, hemos encontrado chacras donde se está cultivando el B textural y el B color, es decir, se ha perdido 30 ó 40 cm de perfil. Hay una marcada tendencia al escurrimiento superficial porque las condiciones físicas de ese suelo se han degradado.

*Prego*: El problema allí es el de la captación del agua; fuera de eso los métodos no varían. Con los métodos biológicos que propugna el Ing. MOLINA estamos completamente de acuerdo, en el sentido de darle a la superficie condiciones de receptividad adecuadas y luego, en las pendientes más grandes, la medidas mecánicas, es decir, las estructuras.

*Estudio preliminar sobre factores influyentes en la absorción y traslocación de los elementos fertilizantes aplicados en tratamientos aéreos*: R. O. MENINATO.

*Spollansky*: En Israel se está trabajando con sustancias que muestran la polaridad, llamadas inhibidoras del crecimiento, y que dan muy buen resultado, sobre todo en el hierro y el calcio.

*La fertilidad del suelo en relación a la fecundidad del vacuno, a la vaca en desarrollo, a la vaca lactante y a la vaca precoz*: M. A. LLORENS.

*Nijensohn*: De la exposición que acabamos de escuchar, se desprende con cierta evidencia que hay una correlación con el ambiente más que con la fertilidad, es decir, con el suelo, clima y asociaciones de especies forrajeras; englobar todo eso bajo el rubro de fertilidad del suelo me parece un poco prematuro. Indica un cambio interesante que habría que abordar con determinaciones analíticas de elementos minerales en los líquidos humorales de las vacas, pastos existentes y tratar de ver si reaccionarían ante tratamientos generales.

*Zaffanella*: ¿Cuál es la mejor zona para el país?

*Llorens*: Para la fecundidad, la provincia de Buenos Aires, lo que se llama zona de cría, que va desde Mar del Plata a Bahía Blanca.

*Offermann*: Para cerrar, voy a decir que para mí ha constituído una novedad muy interesante escuchar unas relaciones tomadas en esta forma que señalan un camino nuevo.

*Llorens*: Sólo quise señalar un camino a seguir y nada más.

## INFORME DE COMISIÓN

Ante la Comisión de Fertilidad y Nutrición Vegetal se presentaron 8 trabajos. De ellos, 2 se refieren directamente a problemas de fertilidad y 3 a Nutrición Vegetal, los 3 restantes están relacionados con el tema de la Comisión aunque no estrictamente.

Se destaca que el mayor número de trabajos fue presentado por miembros de la Facultad de Ciencias Agrarias de Mendoza, lo cual denota la inquietud y dedicación que a este grupo de investigadores han merecido los temas de esta Comisión.

Como el tema de la productividad de suelos es de candente actualidad en la República Argentina, en todas sus facetas y manifestaciones, esta Comisión hace votos para que en el futuro se incrementen estos trabajos como una positiva contribución al bienestar de la sociedad.

# SESIÓN DE LA COMISIÓN V. — GÉNESIS, CLASIFICACIÓN Y CARTOGRAFÍA

*Presidente*: PEDRO H. ETCHEVEHERE
*Secretario*: OSCAR MORETTI

## DISERTACIÓN DEL RELATOR, JUAN PAPADAKIS

### Avances recientes en Pedología

I. INTRODUCCIÓN.

La ciencia es una aproximación a la verdad; y durante los últimos veinte años la pedología hizo decididos avances en este camino.

Vamos a pasar en rápida revista las nuevas tendencias, que se observan en génesis, clasificación y cartografía de los suelos, tendencias que se ven, no tanto por tal o cual trabajo, sino por el espíritu que anima a la gran mayoría de ellos. Antes de empezar podemos ya adelantar que durante los últimos 20 años se avanzó mucho en la unificación de los conceptos pedológicos. Puede ser que los autores de diferentes partes del mundo usen todavía una terminología algo distinta; pero hay coincidencia en los conceptos pedológicos, incluso los tipos de suelos que reconocen. Y esto muestra que la ciencia de la pedología llega a su madurez.

II. GÉNESIS.

*Teoría general de formación de los suelos*: En lo que concierne a la génesis de los suelos, se reconoce ahora, que los procesos elementales de formación son los mismos para todos; lo que varía, y lo que hace hablar de diferentes pedogénesis, es la importancia relativa de estos procesos elementales, y por consiguiente su balance (véase SIMONSON, 1959).

Según esta manera de ver, en todos los suelos hay lavado de bases y de calcio, acumulación de calcáreo, podsolización, lateritización, etc; pero la intensidad relativa de estos procesos, y por consiguiente el balance final, varía de un caso a otro, y a esto se debe la gran variedad de los suelos.

Según SWINDALE y JACKSON (1956), aun procesos tan opuestos como la "soluviation" (lateritización) y "cheluviation" (podsolización) tienen lugar al mismo tiempo; el balance final varía según las condiciones.

En un mismo suelo, a distancias microscópicas o macroscópicas, hay diferencias de reacción, condiciones acá oxidantes allá reductoras, presencia de diferentes substancias, y esto permite que ocurran simultáneamente procesos opuestos.

De una manera análoga se reconoce que los diferentes factores, material originario, clima, relieve, tiempo, etc., actúan en conjunto; por lo tanto no se los debe estudiar por separado.

Su importancia varía según el caso; aquí es el material originario que es preponderante; allá el clima; allá el relieve, allá la edad; allá una combinación de material originario y clima, etc.

*Estudio experimental de los procesos de pedogénesis*: El estudio experimental de la pedogénesis se desarrolló mucho durante los últimos dos decenios. El lavado del suelo con ácidos orgánicos, con ciertas sustancias que ponen en solución los coloides (chelates, como EDTA), con productos de lavado de hojas ("leaf leachates"), etc., reproduce el proceso de podsolización; se forma un horizonte blanqueado enriquecido en sílice, y un horizonte pardo enriquecido en sesquióxidos, este último a veces bandeado (véase BLOOMFIELD 1955 y 1956, WRIGHT y LEVICK 1956, THORP, STRONG y GAMBLE 1959, etc.).

También se pudo reproducir artificialmente la lateritización; el lavado del suelo con agua neutra a temperatura elevada (70°C) produjo la formación de una capita roja de 1-2 mm, enriquecida en sesquióxidos a la superficie, y de una película blanca de gibbsita en la parte sumergida (véase PEDRO, 1958).

HESSAYON y HUTTON (1954) produjeron suelos tropicales negros (grumusoles) mezclando arcilla de color claro con materia vegetal bajo condiciones anaerobias y reacción alcalina. SINGH (1956) obtuvo lo mismo con condiciones ácidas, y sostiene que la coloración negra de las superficies de los agregados se obtiene bajo estas condiciones.

*Clima y suelo*: En lo que concierne al clima se reconoce ahora, que se debe analizar su influen-

cia estudiando su acción sobre cada uno de los procesos elementales de formación de suelo.

No se debe relacionar el suelo con la temperatura media anual o un índice de las condiciones medias de humedad, sino computar índices pedogénicos que expresen la acción del suelo sobre cada uno de los procesos (índice humolítico, humogénico, de lavado, etc., véase PAPADAKIS, 1952 y 1960).

*Clima y materia orgánica*: En lo que concierne a la acumulación de materia orgánica se comprobó que las montañas tropicales húmedas tienen suelos muy ricos en materia orgánica (JENNY, 1950, BRAMÃO y SIMONSON, 1956). Aun al nivel del mar, los suelos de los países tropicales húmedos, máxime con clima marítimo, son mucho más ricos en materia orgánica de lo que se pensaba (véase Soil Survey, Territory of Hawaii). Estos hechos justifican la manera de calcular los índices humolíticos (Hl) basándose sobre las temperaturas máximas medias diarias de cada mes (estas temperaturas son bajas, en climas húmedos).

Con este método de computar, el índice humolítico (Hl) de Nuwara Eliya a 1.900 metros de altura, en Ceylan, sería 36,2 y el humogénico 3,3; los de Pepeckoo, el nivel del mar en Hawaii 75 y 2,0 respectivamente; y los de Balcarce 47,1 y 2,4; es decir que el clima de Nuwara Eliya es más favorable para la acumulación de materia orgánica que el de Balcarce; y el clima de Pepeckoo es casi tan favorable como el de Balcarce.

*Clima y lavado*: En lo que concierne al lavado, se admite ahora, que lo que importa, no es el cociente lluvia anual/evapotranspiración (o déficit de saturación), sino el excedente de lluvia sobre la evapotranspiración, durante los períodos húmedos, que ocurren ciertos años aún en regiones relativamente áridas. Se explica así que en los trópicos, aún bajo clima seco, se encuentren suelos bastante lateritizados (Soil Survey, Hawaii, etc.). Esto justifica el método de calcular los índices de lavado (PAPADAKIS, 1952*a*, 1960).

En este aspecto no se debe olvidar que en regiones muy frías la lluvia anual que corresponde a clima húmedo puede ser sólo de 200 mm o, pongamos el doble. Mientras que en los trópicos, tener 200 a 400 mm por mes es un caso bastante común. Puesto que el lavado depende no del cociente lluvia/evapotranspiración, sino de la diferencia, en el primer caso el lavado será insignificante; mientras que en el segundo será muy intenso, aun si hay en el año muchos meses secos, o si estos períodos lluviosos no se producen sino una vez cada tantos años. Esto explica por qué en regiones frías los suelos son casi siempre moderadamente lavados, mientras que en los trópicos el lavado llega a su extremo, elimina todas las bases, aún la sílice, y deja sólo los sesquióxidos.

*Movimiento del agua en el suelo*: Los agrónomos ("agronomists") sabían desde tiempo, que el ascenso de agua por capilaridad tiene poca importancia en un suelo, que soporta vegetación; el agua *baja por el suelo*, y *sube por la planta*; *prácticamente el agua se mueve en el suelo solamente en una dirección*: *desde arriba hacia abajo*. Sin embargo en pedología se continuaba hablando de ascenso capilar de sustancias, etc. Ahora se reconoce que esto puede ocurrir, solamente en caso de sustancias muy solubles en agua, como las sales que aumentan apreciablemente la conductividad eléctrica o cuando la subirrigación mantiene la superficie húmeda.

La precipitación de sustancias (calcáreo, etc.) a cierta profundidad se debe, en general, a que el agua que las lleva, a medida que baja, es absorbida por las raíces. Como consecuencia las sustancias que la contienen se precipitan a una profundidad que aumenta con la solubilidad.

Se atribuye también importancia al hecho, que el suelo, más especialmente los horizontes superficiales, se humedecen y se secan alternativamente, con gran frecuencia; durante el humedecimiento entran ciertas sustancias en solución, y cuando el suelo se seca estas sustancias se precipitan sobre la superficie de las partículas; entre su solución y su precipitación, las sustancias se mueven un poco en el suelo llevadas por el agua. Algunas sustancias, como los óxidos de hierro, pueden sufrir una deshidratación más o menos irreversible durante la desecación. Estas *pulsaciones* de humedad tienen mucho que ver con la neoformación de muchas sustancias en el suelo y con su color.

*Lavado de las distintas sustancias; diferenciación de horizontes*: En este respecto los conceptos pedológicos parecen concretarse en lo siguiente:

En el suelo hay 4 clases de sustancias, según su solubilidad:

1º) *sesquióxidos de hierro* y *aluminio* prácticamente insolubles;

2º) *sílice*, varias veces más soluble que los sesquióxidos, pero en muy pequeña cantidad;

3º) *carbonatos de calcio*, *magnesio* y *sulfato de*

*calcio*; varias veces más solubles que la sílice; pero todavía en muy pequeñas cantidades;

4º) *cloruros, sales alcalinas,* etc., muy solubles.

Puesto que en el suelo el agua se mueve (prácticamente) en una sola dirección de arriba hacia abajo, la intensidad del lavado de un horizonte aumenta con la profundidad, y se debe esperar: que de la primera capa (empezando por arriba) del suelo, se eliminan todas las sustancias excepto los sesquióxidos; de la segunda se eliminan los carbonatos y las sales, pero hay una cierta acumulación de sílice proveniente de la primera capa, y se forma así un horizonte más rico en arcilla y con relación $SiO_2/R_2O_3$ más amplia que la superficie (B textural); de la tercera se eliminan las sales pero hay una cierta acumulación de carbonatos que provienen del lavado de las capas 1 y 2, y se forma así un horizonte enriquecido en calcáreo; en la 4ª se acumulan las sales muy solubles.

Naturalmente en un suelo no se encuentran todos estos horizontes. Si el lavado es insignificante, estas 4 capas se confunden en una sola. Si por el contrario el lavado es intenso la distancia entre estas capas (su espesor) aumenta; y las capas de acumulación de sustancias más solubles faltan por completo, o se encuentran a profundidades de varios metros.

Por lo tanto, bajo clima cálido, cuando el lavado es insignificante (clima muy desértico) no se diferencian horizontes. Se disuelven sales, carbonato de calcio, sílice y sesquióxidos, pero todos se precipitan de nuevo en el horizonte superficial (dando el color rojizo, etc.). La formación de un horizonte "argíllico" (B textural), en estos suelos es un fenómeno más bien mecánico (el material fino que se forma sobre la superficie de las piedras, cae, o se lava, a su pie y forma allí un horizonte más rico en material fino).

Cuando el lavado es más intenso (clima seco pero no desértico) las sales solubles se eliminan, pero todavía quedan vestigios a la profundidad que alcanza normalmente la lluvia; el calcáreo se lava de la superficie, y se acumula a cierta profundidad; una cierta cantidad de sílice se transporta de la superficie más abajo y puede dar lugar a la formación de un horizonte "argíllico", o casi. Por lo tanto tenemos, de arriba hacia abajo, un horizonte algo enriquecido en sesquióxidos (por esto los colores pardos, castaños o rojizos); un horizonte enriquecido en sílice (B textural); un horizonte de acumulación de calcáreo; y más abajo vestigios de sales; cualquiera de estos horizontes puede faltar, por razones de material originario, etc.

Cuando el lavado es todavía más intenso (clima "prairie" rojizo o Mediterráneo medio por ejemplo), no hay más los vestigios de sales, ni la acumulación de calcáreo; se encuentra solamente un horizonte superficial algo enriquecido en sesquióxidos (colores pardos) en la superficie, y el horizonte de acumulación de sílice (B textural) más abajo.

Cuando el lavado es todavía más intenso (clima de red yelow podsolic) la acumulación de sesquióxidos en la superficie se acentúa (los colores viran más al rojo); pero hay todavía horizonte argíllico; y todo es mucho más pobre en bases.

Y cuando el lavado es todavía más intenso (clima de latosol) la acumulación de sesquióxidos en la superficie se intensifica (los colores rojos se hacen más intensos); y desaparece el horizonte "argíllico" (B textural); el suelo tiene un perfil uniforme de arriba hacia abajo. Acentuándose el lavado los primeros metros del suelo se ven reducidos a los sesquióxidos con muy poca sílice u otras sustancias.

Este esquema, en el cual se hace abstracción de la materia orgánica (y por lo tanto es solamente aplicable en caso de clima cálido) se ve cambiado por influencia de la materia orgánica. Primero la materia orgánica disimula los colores rojos y rojizos debidos a los sesquióxidos. Además, como ya hemos dicho, provoca la solubilidad de los sesquióxidos; las películas de sesquióxidos de hierro que cubren las partículas del suelo se disuelven, y el color rojo desaparece. En casos extremos (podsolización) los sesquióxidos se eliminan de la superficie y se acumulan a cierta profundidad (formación de un horizonte podsólico). Además la reacción ácida producida por la materia orgánica reduce la solubilidad de la sílice (la cual es ya mucho menos soluble bajo clima frío).

Por esta razón los suelos desérticos de las regiones frías, en vez de ser rojizos son grises. Los suelos de clima seco (pedocales) tienen mucha materia orgánica, los granos pierden la película de sesquióxidos y el color se hace muy negro (chernozem). Los suelos moderadamente lavados (braun erde) no son rojos, sino pardos. Y cuando el clima es muy frío se producen podsoles (la superficie por debajo de la acumulación de materia orgánica se blanquea, y se forma a cierta profundidad un horizonte de acumulación de sesquióxidos).

Cuando el lavado es muy poco intenso, pero el clima es frío y favorece la acumulación de materia orgánica ácida, los sesquióxidos no se eluvian de la superficie, no se forma el perfil podsólico, y el suelo es pardo (''arctic brown'').

En resumen, sales solubles se encuentran solamente en los suelos desérticos; y (vestigios) en la profundidad máxima de penetración de la lluvia, en los suelos de las regiones secas (pedocales). El calcáreo se acumula, solamente en los suelos desérticos y los pedocales. Eluviación de sílice y formación de B textural se observa solamente en suelos moderadamente lavados (grey braun podsolic, red yellow podsolic); y menos en los pedocales. El perfil es casi uniforme de arriba y abajo y el suelo rico en sesquióxidos (latosol) cuando el lavado es muy intenso, lo que difícilmente puede ocurrir en clima frío.

*Influencia del relieve*: Cuando el drenaje está impedido o dificultado, estos horizontes de acumulación se forman por arriba del nivel del agua. Por lo tanto muchos suelos de las depresiones son salinos. Gran parte tienen acumulación de calcáreo. Y casi todos tienen un horizonte argíllico (B textural) con arcilla rica en sílice y pobre en sesquióxidos. En estos suelos hay tendencia a que los límites de los horizontes sean abruptos (el lavado empuja a bajar el horizonte eluvial; el drenaje malo empuja arriba el iluvial; y de este conflicto nace un límite abrupto).

Como los suelos de las depresiones soportan, a menudo, una vegetación más abundante, y la descomposición de la materia orgánica es más difícil, hay una cierta podsolización en la superficie, ésta pierde los colores rojos y se hace gris-blanquecina. En el horizonte de acumulación los procesos de reducción producen a menudo colores negros, gris o verdes (gley).

En las depresiones se acumulan aguas que traen sílice, carbonatos y sales. Esta razón se agrega a las anteriores para hacer que los suelos de las depresiones tengan horizontes ''argíllicos'' muy impermeables (coloides ricos en sílice), tengan carbonatos y a veces sales. Por la misma razón se forman en las depresiones costras o hardpan calcáreas, silíceas, o ferruginosas.

La acumulación de sodio, que ocurre, a veces, en estos suelos, facilita el lavado de la sílice y arcilla, y contribuye a formar un horizonte muy impermeable, y a blanquear la superficie.

Por todas estas razones se atribuye ahora al relieve una importancia capital; y los suelos de las depresiones, en vez de considerarse como intrazonales (algo de anormal), se consideran como asociados de los suelos bien drenados (zonales).

*Eluviación de la arcilla*: Los horizontes argíllicos se forman cuando las condiciones favorecen la eluviación de la sílice de la superficie, y su acumulación más abajo (lavado moderado, pero no excesivo; drenaje impedido). Este hecho es un argumento en favor de la opinión, que lo que se eluvia no es la arcilla sino la sílice; el horizonte eluvial perdiendo sílice, se empobrece en arcilla (quedan los sesquióxidos, o una arcilla de tipo caolinítico); el horizonte iluvial, recibiendo sílice conserva su arcilla, y mantiene ésta una relación $SiO_2/R_2O_3$ más amplia.

La cuestión, si la arcilla misma puede eluviarse está todavía abierta. Se admite la eluviación mecánica, la cual se observa cuando el horizonte superficial es pedregoso y/o poroso (suelos desérticos, suelos jóvenes de roca consolidada, suelos recién arados); lo mismo puede ocurrir a través de grietas o de canales dejados por las raíces, por animales que viven en el suelo, etc. Pero se duda si el agua que baja en un suelo fino bien sentado, puede contribuir apreciablemente a la formación del horizonte ''argíllico''. Sin embargo, ciertas experiencias *in vitro* (THORP, STRONG y GAMBLE, 1959) parecen demostrar la eluviación-iluviación de la arcilla. Y cuando los coloides están saturados de sodio, no hay duda de que esto puede ocurrir.

Sea por eluviación mecánica, sea por neoformación se acumula arcilla a la superficie de los agregados del horizonte B; estas películas llamadas ''clay skins'' tienen ahora gran importancia en la sistemática de los suelos; véase al respecto BUOL y HOLE (1959). Son prueba del B textural.

*Material originario*: En lo que concierne al material originario, ciertos autores (YAALON, 1955), sostienen que la presencia de calcáreo impide la formación de nueva arcilla, y la alteración de la ya existente. La arcilla que se encuentra en los suelos calcáreos sería heritada del material originario. Como el calcáreo estabiliza la arcilla, los suelos calcáreos tienen, en general, arcilla del tipo montmorillonítico; y no se producen fácilmente sesquióxidos en estos suelos.

Una cantidad excesiva de *arcilla* impide la eluviación de sustancias, y por consiguiente la diferenciación de horizontes. Además el hinchamiento y retracción del suelo provoca una mezcla de hori-

zontes, análoga a la que se observó desde tiempo en los suelos poligonales de tundra. Se forma así suelos AC de un tipo especial (*grumusoles*).

El *alofán* retarda la descomposición de la materia orgánica. Como consecuencia, los suelos que lo contienen pueden ser muy ricos en humus (suelos *Ando*).

También muy ricos en materia orgánica son los suelos cuya parte mineral tiene un *peso específico* aparentemente *muy bajo*; según ciertos autores el contenido en materia orgánica se debería referir más bien al volumen que al peso.

Ciertas rocas, como el *basalto* producen suelos muy permeables y favorecen así la lateritización. Como consecuencia los latosoles son más frecuentes sobre estos materiales, encontrándose aun bajo clima relativamente frío (Costin, 1955).

*Influencia de la vegetación:* En lo que concierne a la influencia de la vegetación se da gran importancia a la naturaleza de las sustancias orgánicas: si pueden o no provocar el lavado de los sesquióxidos (véase Kovda, 1956). Se hace también énfasis en la composición mineral; los suelos con vegetación pradera son menos ácidos, mejor provistos en bases que los con vegetación bosque bajo condiciones iguales de clima; hasta los coloides son diferentes (mayor cantidad de montmorillonita en los con pradera). La instalación de praderas en suelos de bosque puede mejorarlos considerablemente, en un tiempo relativamente corto. Según Loboba (1956) en los suelos "gris-bruns" del desierto de Turkestan el calcio que traen a la superficie las gramíneas es mayor que lo que se elimina por lavado; como consecuencia el contenido en calcáreo, en vez de aumentar con la profundidad, disminuye.

*Tiempo, edad:* En lo que concierne a este factor, se reconoce ahora que el proceso de formación de la materia orgánica ($A_1$ oscuro y profundo) es bastante rápido; en North Dakota un $A_1$ oscuro de 15 cm se formó en 50 años (Simonson, 1959); aun bajo el clima de Alaska el proceso llega a su clímax en 150 años (Crocker y Dickson, 1955).

Los otros procesos son también más rápidos de lo que se pensaba. Se pudo realizar *in vitro* la podsolización, la lateritización, la formación de un grumusol (suelo negro tropical), etc.

Se reconoce también que los procesos geológicos (erosión, deposición de material a la superficie) ocurren siempre (con mayor o menor intensidad) paralelamente con los procesos estrictamente edafológicos (químico-bióticos); por lo tanto hay una tendencia a incluirlos en los procesos pedogenéticos, y estudiar el balance de todos. La erosión puede ser tan activa, que el suelo no es sino material originario. Una erosión menos activa mantiene el suelo eternamente joven. Todavía menos activa permite su madurez. Y ausente provoca su senilidad.

Se reconoce la continuidad entre la formación geológica del material originario, y los procesos pedogenéticos que lo transforman en suelo. Y se prolonga el estudio del suelo en su historia geológica reciente.

En fin, se reconoce que los materiales originarios, máxime los aluvionales, no son uniformes: tienen un perfil geológico, antes de adquirir el perfil pedológico. Antes había una tendencia a desechar estos casos como anormales. Ahora se los estudia. Y por lo tanto, se toma como criterio para caracterizar los horizontes, ciertos signos (clay skins, etc.) que son independientes del perfil geológico, demostrando directamente los procesos de iluviación, etc.

*Poligénesis:* Había una tendencia de explicar muchos casos difíciles de formación de suelo, recurriendo a la interpretación fácil, que se debe a un clima diferente, que imperó en la región, en tiempos geológicos pasados.

Ahora se recurre menos a esta interpretación. Por ejemplo, para ciertos suelos ácidos de la zona seca de San Diego de California, se los atribuía antes a un clima más húmedo que imperó en tiempos pasados; ahora se reconoce que tal interpretación no es necesaria; la acidez se explica por la naturaleza del material originario.

*Tipo de arcilla y sesquióxidos:* En lo que concierne a las arcillas y los coloides del suelo se avanzó también mucho en la unificación de los conceptos. Condiciones que favorecen el lavado de la sílice, conducen a la formación de arcillas como la caolinita, con relación $SiO_2/R_2O_3$ estrecha, capacidad de absorción de bases pequeña (10 veces menor que la de la montmorillonita según Thompson, 1957), e hinchamiento insignificante cuando se humedece (por lo tanto los suelos que la contienen son muy permeables [1] y poco propensos a la erosión).

1 Al respecto es interesante mencionar que, en experiencias de Bonnet (1952) la capacidad de infiltración de un suelo laterítico varió entre 95 y 240 milímetros por hora.

Las mismas condiciones (favorables al lavado de la sílice) conducen a la acumulación de sesquióxidos de hierro y aluminio. Los de aluminio (gibbsita) se acumulan más bien a una cierta profundidad. Los de hierro sufren una deshidratación más o menos pronunciada, según el clima. Como consecuencia se producen colores que van desde el amarillo a la orilla de las depresiones (cuyos suelos tienen colores grises), hasta el rojo intenso, en suelos altos bien drenados más secos (véase GOUVEIA, 1955); algo análogo observamos nosotros cerca de Santo Tomé (Corrientes).

Por el contrario, cuando las condiciones no favorecen la eliminación de la sílice, se forman arcillas como la montmorillonita, con una relación $SiO_2/R_2O_3$ amplia, grande capacidad de absorción de bases y gran hinchamiento (por lo tanto los suelos, u horizontes, que la contienen en cantidad, son impermeables, de mala estructura y propensos a la erosión). Es el caso de las regiones con clima seco; y del horizonte "argíllico" de todos los suelos; en este horizonte se acumula la sílice que proviene del lavado de la superficie y los coloides son montmorilloníticos. También abunda la montmorillonita en los suelos calcáreos por las razones ya mencionadas en el párrafo sobre material originario.

El estado en el cual se encuentran los sesquióxidos de hierro tiene mucha importancia. En pequeña cantidad, pero bien deshidratados, como ocurre en suelos de regiones cálidas secas, son suficientes para conferir un color rojo intenso. Según KUBIENA (1952, 1956) en los plastisoles los sesquióxidos de hierro se encuentran en estado de cristales finísimos distribuídos en un medio trasluciente (sílice); mientras que en los latosoles forman concreciones de formas muy variadas. Y el estudio microscópico de los sesquióxidos conduce a conclusiones interesantes concernientes a la formación del suelo.

*Costras lateríticas:* La cuestión de la formación de costras lateríticas se estudió mucho (véase DU BOIS y JEFFERY (1955), ALEXANDER, CADY WHITTIG et alt. (1956)), pero no se aclaró todavía. Parece haber dos procesos de formación. El lavado extremo del suelo conduce al lavado de casi toda la sílice y quedan los sesquióxidos, los cuales en ausencia de suficiente sílice tienden a deshidratarse de manera irreversible, produciendo una costra o un material arenoso. La existencia de una estación seca, la denudación del suelo, y todavía más la quemazón, favorecen esta deshidratación irreversible.

El segundo proceso es cuando las aguas subterráneas que han lavado suelos lateríticos salen a la superficie en el flanco de un valle; los sesquióxidos que contienen se precipitan y se forma una costra muy rica en sesquióxidos propensos a deshidratarse de manera irreversible y producir ladrillos. Parece que las costras son especialmente *ricas en sesquióxidos de hierro y pobres en arcilla* (caolinita, etc.); la adquisición de caolinita, o sílice, que probablemente produce caolinita, los ablanda.

*Formación del horizonte vesicular y del pavimento (pedregoso) en la superficie de los suelos desérticos:* Estudios experimentales han mostrado que si la estructura vesicular se destruye, se reproduce de nuevo por desecaciones y humedecimientos sucesivos; parece que el hinchamiento y retractación del suelo empuja a la superficie las piedras, y contribuye a la formación del pavimento desértico, y a la diferenciación de un horizonte B textural.

## III. NUEVOS GRANDES GRUPOS DE SUELOS.

Durante los últimos dos decenios se reconocieron ciertos nuevos grandes grupos de suelo:

*Grumusoles:* En regiones subtropicales y tropicales, se había observado desde muchos decenios la existencia de suelos negros, arcillosos, que se hinchaban y agrietaban mucho, llamados regur, black cotton soils, suelos negros de Andalucía, tirs, etc. Sus principales características son: un contenido alto en arcillas como la montmorillonita; un color negro, que no implica riqueza de humus; saturación con bases bastante buenas, hasta excesiva. Estos suelos, que difieren radicalmente tanto de los chernozem y otros pedocales, como de los otros suelos de las regiones cálidas (pobres en montmorillonita), se reconocen ahora como gran grupo especial: los grumusoles (KÜNZE y TEMPLIN, 1956).

Como dijimos ya, HESSAYON y HUTTON (1954) produjeron experimentalmente un suelo negro sumergiendo en agua arcilla blanca-amarilla-roja mezclada con material vegetal bajo condiciones alcalinas.

*Micro-relieve gilgai*: Relacionado (pero no exclusivo) a los grumusoles, es un micro-relieve especial, llamado "gilgai" (véase HALLSWORTH, ROBERTSON y GIBBONS, 1955, y STEPHEN, BELLIS y

Muir (1955). Este micro-relieve consiste en una alternancia de partes altas ("puff") y partes bajas ("shelf"); la diferencia de altura puede ser sólo de un centímetro, pero llega a veces a tres metros; y la distancia horizontal entre partes altas y bajas varía entre un metro y 30 metros; las partes bajas presentan las características normales de los suelos de la región; las partes altas son subsuelo que vino a la superficie; tiene textura más suelta; es más rico en carbonatos, puede tener sales. La formación del micro-relieve "gilgai" se atribuye al hinchamiento y retracción de la arcilla, que produce un fenómeno análogo a lo observado en suelos de tundra.

*Ando:* Otro grupo de suelos que se reconoció son los *Ando.* Estos suelos de regiones muy húmedas son ricos en alofán; éste impide la descomposición de la materia orgánica; y se producen suelos análogos a los latosoles, con $A_1$ muy profundo, y muy rico en materia orgánica.

*"Rubrozem".* Como dijimos ya en las montañas tropicales húmedas se encuentran suelos muy ricos en materia orgánica (consecuencia de las temperaturas máximas diarias bajas), pero en otras características análogas a los suelos rojos. Para estos suelos Bramão y Simonson propusieron el nombre "rubrozem"; en la sexta aproximación se clasifican como 8.3.

*Braun erde meridionales:* En los países subtropicales hay suelos rojo-amarillos muy ácidos (los red-yellow podsolic del SE de los EE. UU., por ejemplo); y otros suelos también rojos pero poco ácidos hasta alcalinos (de muchas partes del Mediterráneo). Había una cierta confusión entre estos suelos (se los llamaba todos rojos); y los últimos se los confundía también con los pedocales rojizos (reddish chestnut, reddish brown). Ahora se reconoce que estos suelos son bien distintos. Kubiena los llama braun erde meridionales. Los rusos los llaman "canela" (cinnamon). Los americanos los consideran como afines a los "non calcic brown"; y en la sexta aproximación los incluyen en el suborden 7.4 del orden 7, donde entran los braun erde y los grey-brown podsolic. El estudio de estos suelos avanzó mucho en los últimos años.

*Sols bruns acides:* En Europa se encuentran suelos que son análogos a los "grey-brown podsolic" de los Estados Unidos, pero no tienen horizonte "argíllico"; a estos suelos, que se encontraron también en Estados Unidos, se los llamó "sols bruns acides".

*Arctic brown:* Como dijimos ya, en el ártico, bajo condiciones de buen drenaje pero lavado muy poco (aunque el clima no es seco), se encontraron suelos ácidos, que no muestran la diferenciación de horizontes de los podsoles; estos suelos se los nombró "arctic brown".

*Ranker:* En las altas montañas y en las regiones polares, se desarrollan, sobre materiales pobres en calcio, suelos que tienen un horizonte superficial lleno de material orgánico poco descompuesto, y se pasa directamente al material originario; a menudo se puede arrancar el suelo del material originario; a este suelo Kubiena llama "ranker".

## IV. Clasificación.

*Importancia:* La clasificación es muy importante en cualquier ciencia. La sola clasificación de un individuo en un sistema adecuado pone en evidencia todas sus características, y las similitudes, afinidades y diferencias que existen entre él y todos los otros individuos.

Además para formular una clasificación se necesita un conocimiento profundo de las cosas a clasificar, por lo tanto la clasificación constituye un condensado del estado actual del conocimiento de una ciencia. Finalmente la clasificación es el idioma que usan los especialistas para entenderse entre ellos. Sin clasificación no hay entendimiento, intercambio de ideas y progreso.

Para comprender la importancia de la clasificación, supongamos lo siguiente: Una persona va a Misiones y volviendo nos dice que encontró un animal de color pardo, con uñas muy grandes, cola larga, etc. Por muy completa que sea la descripción no comprendemos de qué se trata; nos encontramos ante un enigma. Pero si esta persona, en vez de toda esta descripción, nos dice que ha visto un jaguar, comprendemos inmediatamente. Si no sabe el nombre del animal, puede decirnos, que encontró un animal parecido a un gato, pero mucho más grande, etc., y comprenderíamos mejor que con una descripción muy detallada pero no clasificadora (que no recalca las diferencias y similitudes con otras especies que permiten clasificarlo).

*Sistemas de clasificación:* Siendo la clasificación algo análogo al idioma, es anónima. Las clasificaciones, como los idiomas, son creados por la gente común (por la masa de los especialistas en el caso de las clasificaciones científicas). Los grandes autores, que a veces dan su nombre a una clasifica-

ción, en realidad no hacen otra cosa sino formular y arreglar lo que ya fue reconocido por todo el mundo. No debemos esperar de una clasificación la supresión de tipos de suelos ya reconocidos por todo el mundo, o la creación de muchos nuevos tipos no conocidos; si así se hace no se trata de una verdadera clasificación natural, sino de una creación artificial que lo único que hace es crear confusión.

Los principios de la clasificación natural fueron recientemente vertidos en un muy interesante artículo por KUBIENA (1958), e inspiran ahora a casi todos los autores. Se puede decir que todos reconocen los mismos tipos de suelos, las diferencias se reducen en la manera que estos tipos están arreglados en un sistema.

Esto no quiere decir que no necesitamos una clasificación, aceptada, en sus líneas generales, por todo el mundo. La falta de semejante clasificación causa mucha confusión. Los mismos suelos, tienen a veces, nombres diferentes según los países, o los autores; el mismo nombre se aplica a suelos diferentes; y lo que es todavía más común, el significado de cada término se amplía o se restringe según el autor.

*La sexta aproximación Americana:* A esta situación trata de poner término la clasificación que está preparando la Soil Survey División de los Estados Unidos, bajo el nombre de aproximaciones. Esta clasificación es natural; cumple con los requisitos que mencionamos anteriormente; en su preparación se realizaron muchos adelantos de fondo; la clasificación se basa sobre los caracteres de los suelos: el suelo se clasifica por sí mismo, no por algo que puede, o no, tener relación con él (clima, relieve, proceso de pedogénesis, etc.).

En fin, esta clasificación no salió completa del cerebro de sus autores, como Minerva de la cabeza de Júpiter; sus autores prepararon una primera aproximación, la comunicaron a los pedólogos del mundo, éstos la aplicaron, comunicaron sus observaciones, sobre esta base la aproximación se modificó, se preparó una segunda, se comunicó a todo el mundo, se aplicó, se modificó de nuevo; y llegamos así, en 1958, a la sexta aproximación.

Según esta clasificación los suelos se dividen en 10 órdenes. El orden *1* incluye los suelos jóvenes que no tienen todavía ningún horizonte diferenciado ni un $A_1$ suficientemente oscuro y profundo. El *2* incluye los grumusoles, en los cuales la arcilla impide la diferenciación de horizontes (excepto $A_1$). El orden *3* incluye suelos jóvenes que tienen ya un horizonte superficial bastante oscuro y profundo (pero de relación C/N demasiado amplia, o de estructura y saturación con bases demasiado mala para considerarse como "chernozénico"); aparte esto no tienen otra diferenciación de horizontes. El *4* incluye los suelos *salinos,* y los de las regiones *áridas* que no tienen un horizonte superficial bastante oscuro y profundo para considerarse como chernozénico. El orden *5* incluye los suelos cuyo horizonte superficial es oscuro, profundo, rico en materia orgánica, bien saturado, con bases de buena estructura ($A_1$ "chernozénico"); son los *"prairie"* los *"chernozems"* y la mayoría de los otros *pedocales.* El orden *6* incluye los *podsoles* típicos. El orden *7* incluye los suelos moderadamente lavados o secos, que no entran en el orden 5; tienen un horizonte "argíllico" (B textural) saturado con bases en proporción superior a 35 % ; son los *grey-brown-podsolic,* los *braun erde,* los *suelos del Mediterráneo* (braun erde meridionales, no calcic brown, canela de los rusos, etc.). El orden *8* tiene suelos con B textural saturado en una proporción inferior a 35 % ; son los *red yellow podsolic,* muchos latosoles subtropicales (reddish brown), los *rubrozems* de BRAMÃO, etc. El orden *9* incluye los suelos muy ricos en sesquióxidos sin B textural (*latosoles* de regiones cálidas, etc.). El orden *10* incluye los suelos *orgánicos.*

En cada orden hay un suborden (en el 5 hay dos) para los suelos hidromórficos. Los solonetz y "solonetz-like" constituyen subdivisiones (grandes grupos) de los subórdenes. Esta manera de clasificar obedece al nuevo concepto de la unidad de los suelos, del "continuum" (SIMONSON, 1959).

Creemos que vino el tiempo para usar estas aproximaciones americanas como instrumento de trabajo internacional. Esto va a eliminar muchas confusiones, y va a contribuir a que todos los pedólogos del mundo hablen el mismo idioma, condición esencial para el progreso de la ciencia. Naturalmente las otras clasificaciones no deben abandonarse por esto; deben contribuir al perfeccionamiento de esta clasificación; se debe introducir en ella lo que tienen de bueno las otras. El sistema de aproximaciones debería continuar al infinito. Si aceptamos la sexta aproximación es exactamente con esta condición: que se perfeccione, que quede siempre una aproximación en continuo perfeccionamiento.

*Clasificación de los suelos con vegetación herbácea ("grassland"):* Se reconoció que los "prai-

rie'' tienen más afinidad con los chernozems y otros pedocales que con los pedalferes. Por esto THORP y SMITH (1949) reunieron todos estos suelos en un suborden (''dark-colored-soils of semiarid, subhumid and humid grassland''). Y ahora forman el orden 5. de la sexta aproximación. Sus características son un $A_1$ chernozémico (rico en materia orgánica, oscuro, profundo, con relación C/N estrecha y buena estructura).

La clasificación de los pedocales presentaba fallas (véase PAPAKADIS, 1952, 1960). En Rusia la temperatura y la aridez aumentan en la misma dirección (NNW-SSE); como consecuencia, a medida que los sesquióxidos aumentan (haciendo el suelo más pardo) se acerca el calcáreo a la superficie. Pero en Estados Unidos, Argentina, etc., la temperatura aumenta de norte a sur (o al contrario) y la aridez de este a oeste; se encuentran, por lo tanto, suelos con colores que viran al rojo, pero que tienen el calcáreo profundo. Para salvar la dificultad los americanos crearon los ''southern chermozens'' y más tarde los ''reddish chestnut'' y ''reddish brown''; y los rusos los ''canela" (''cinnamon''). Pero había suelos como los de la parte occidental de la región pampeana (PAPADAKIS, 1952 *b*), que no entraban en ninguna de estos grupos.

Además se consideró al principio que los chernozems correspondían a la parte menos seca de la región de los pedocales. Pero se reconoció después que para su formación se necesitan además temperaturas bajas (que resultan en una acumulación de materia orgánica e impiden la formación de películas de sesquióxidos), y un buen contenido en cal (que tiene el mismo efecto). Y se constató que bajo clima polar (en Canadá, por ejemplo) la distinción entre ''prairie'' y chernozem era difícil.

Ahora con la sexta aproximación se da una solución satisfactoria a este problema. Dentro del orden 5 se forma un suborden especial (5.5) para los suelos de las regiones muy frías (temperatura media anual inferior a 7°C), y con los granos de cuartz decapitados. Los otros suelos bien drenados del orden 5 se dividen en dos subórdenes: 5.5 que incluye los ''prairie'', y 5.6 que incluye los pedocales. Tanto en 5.5 como en 5.6 las subdivisiones 5.51 y 5.61 contienen suelos análogos a los chernozem ($A_1$ profundos 60 cm o más, crotovimas, etc.); en la subdivisión del resto no entra en nada el color. De esta manera se acentúa la unidad de los ''prairie'' (desaparece la distinción entre black y reddish); se mantienen separados de los otros los veritables chernozems, repartiéndose en tres grupos: 5.41 (norteños); 5.51 (orientales), 5.61 (occidentales); y desaparece la distinción entre ''chestnut'', ''brown'', ''reddish chestnut'' y ''reddish brown''; forman todos los subórdenes 5.62-5.65, que se diferencian entre sí por otros caracteres (B textural, horizonte ''cálcico'', ''duripan'', horizonte solonétzico).

Como criterio para la distinción entre ''prairie'' (5.5) y ''pedocales'' (5.6), no se considera para nada la presencia o no de horizonte ''cálcico'', o la profundidad a la cual se encuentra en calcáreo; la distinción se basa sobre el porcentaje de saturación con bases del B (A y C si no hay B), la presencia de sales a gran profundidad, o el aumento del Na y K absorbido con la profundidad, y la relación entre estos cationes monovalentes y el H absorbido.

Siempre en relación con la clasificación de los pedocales, KUBIENA (1952) creó los ''parachernozems'' y ''paraserozems'' para los pedocales y suelos desérticos que no tienen horizonte de acumulación calcárea.

*Clasificación de los pedocales del Mediterráneo y regiones cálidas y de los pedalferes afines:* Se reconoció que los pedocales con colores muy claros o rojos de las regiones cálidas tienen menos afinidad con los pedocales de vegetación herbácea (grassland) que con los suelos moderadamente lavados de las mismas regiones; se reconoció también que este grupo tiene afinidad con los ''braun erde'' europeos; el perfil es análogo, la diferencia consiste en que los colores son más claros y rojos, por ser los sesquióxidos más deshidratados y el contenido en materia orgánica menor. KUBIENA los llama ''braun erde meridionales''. Los rusos los llaman ''canela'' (''cinnamon'') y en la sexta aproximación forman el suborden 7.4 del orden 7 en el cual entran los ''braun erde'' y ''grey-brown podsolic''.

*Plastosoles:* KUBIENA creó una subdivisión especial para los suelos tropicales y subtropicales, pobres en materia orgánica, en los cuales el lavado no eliminó la sílice y por lo tanto tienen coloides con relación $SiO_2/R_2O_3$ amplia, se hinchan mucho, son muy plásticos, pero al mismo tiempo tienen colores rojos o pardos brillantes, debido, no a un alto contenido en sesquióxidos, sino a que estos sesquióxidos se encuentran repartidos en polvo finísimo den-

tro de la sílice (lo que constituye el criterio para la distribución microscópica de estos suelos).

Según KUBIENA (1952) estos suelos son fósiles en Europa; pueden ser los horizontes (más bien geológicos que edáficos porque se encuentran a gran profundidad) de acumulación de sílice que se encuentran en regiones tropicales (MOHR y VAN BAREN, 1954). En regiones tropicales y subtropicales podrían ser el resultado de un lavado moderado o impedido; o suelos jóvenes en los cuales la sílice no se eliminó todavía, porque el material originario y las condiciones imperantes resultan en una formación de sílice más abundante que su eliminación.

*Suelos tropicales:* La clasificación de los suelos lateríticos deja todavía mucho que desear. Pero se avanzó mucho. Los suelos con relación $SiO_2/R_2O_3$, en la arcilla, muy baja (menos que .2), forman un suborden especial (9.4). Los suelos con costra u horizonte propensos a deshidratación irreversible forman subórdenes especiales (9.1 y 9.2). Se separan los suelos lateríticos de las regiones continuamente húmedas (suborden 9.5) de los de las regiones con estación seca (suborden 9.6). Y en ambos subórdenes (9.5 y 9.6) se hace un grupo especial para los suelos con $A_1$ oscuro y profundo, otro para los suelos con colores rojos intensos, y otro para los suelos con colores menos rojos.

En lo que concierne a los suelos hidromórficos se incluye en los lateríticos solamente los suelos muy ricos en sesquióxidos de aluminio (gibbsita). Los suelos con montmorillonita se clasifican como grumusoles (si no hay B textural); o con los suelos hidromórficos de las regiones templadas (suborden 7.1 del orden 7 de los "braun erde" europeos), si hay un B textural; hay también suelos con B textural y muy ácidos, que entran en el suborden 8.1 (del orden 8 de los "red yellow podsolic).

Los suelos jóvenes y los de las montañas húmedas que antes se consideraban como "brown forest", ahora se comprobó que tienen arcilla caolinítica y son a menudo muy ácidos; por lo tanto se los llama "brown forest" latosólicos; con la "sexta" pertenecen, o son integrados, al orden 8 (cuando tienen un B textural). Hay también muchos suelos jóvenes (suborden 3. y 1.) y Ando (3.2).

*El concepto del suelo zonal. Clasificación de los suelos hidromórficos y jóvenes:* Antes se consideraba como suelo zonal el suelo maduro que se forma bajo cada clima, cuando el drenaje es libre, y el material originario no es anormal (material que imprime a los suelos características especiales). Este concepto sufrió una ampliación: los suelos formados bajo condiciones de mal drenaje, y/o material originario especial, y/o los no maduros, se los consideró como asociados al suelo zonal. De manera que a cada clima, en vez de un suelo, corresponde una asociación de suelos (este concepto se aplicó por VESSEL, 1946, y por PAPADAKIS, 1952 *b* en los mapas respectivos de suelos de la Argentina).

Con este concepto deja de haber suelos azonales o intrazonales. Y como los suelos hidromórficos tienen muchas características en común con los suelos bien drenados, estos suelos dejan de constituir el orden "intrazonal" y se clasifican ahora con los suelos zonales correspondientes. Por zonales correspondientes no se debe entender los que corresponden al mismo clima (aunque en general resulta ser así), sino los que tienen características afines; los que tienen horizonte podsólico con los podsoles; los que tienen $A_1$ rico en materia orgánica y bien saturado con bases, etc. (chernozémico) con los "prairie" y pedocales (orden 5); los que contienen muchos sesquióxidos con los lateríticos; los que no entran en los casos anteriores pero tienen un horizonte "argíllico" (B textural) con los "braun erde" (orden 7) si este horizonte no es muy ácido; y con los red-yellow podsolic, cuando este horizonte es muy ácido; los que tienen caracteres de grumusoles con las gramusoles; y los que son muy jóvenes en los órdenes correspondientes a éstos.

Algo análogo se hizo con los solonetz y solods. Desde tiempo se reconoció que estos suelos pueden confundirse con otros (los "solonetz-like" suelos abundan en la bibliografía, y había muchos casos, en los que no se sabía, a ciencia cierta, si el $A_2$ fue producido por lavado alcalino). Con la sexta aproximación los suelos alcalinos dejan de constituir un orden o suborden especial; y entran como grandes grupos en los subórdenes, con los cuales presentan afinidad (en la mayoría hidromórficos).

La clasificación de los suelos jóvenes presentaba también grandes dificultades. Formaban el orden "azonal"; y algunos autores hasta se preguntaban si se los debe considerar como suelos. Ahora con la sexta aproximación americana (1958) estos suelos forman dos grandes órdenes; el 1 que incluye los suelos sin diferenciación apreciable de horizontes, y el 3 que incluye los que tienen ya un $A_1$ bien oscuro (pero no "chernozémico"). Los suelos jóvenes hidromórficos constituyen subórdenes (1.1 y 3.1) de estos

dos subórdenes, según que tienen, o no tienen, un $A_1$ bien oscuro. Se hace una distinción entre los suelos jóvenes que deben su juventud a un material originario rebelde a la litólisis, y los que no la deben a esta circunstancia; también entre suelos jóvenes de regiones húmedas y secas.

Los autores europeos (Kubiena y otros) estudiaron los suelos subacuáticos, acuáticos y brutos terrestres, extendiendo así los límites de la pedología y permitiendo seguir la evolución del suelo, desde su principio. Muchos conceptos de estos autores, concernientes a estos suelos, deben introducirse en la clasificación de los suelos jóvenes e hidromórficos.

## V. Cartografía.

*Regiones de suelos:* El tiempo no nos permite extendernos sobre lo relativo a la cartografía. Vamos a mencionar solamente ciertas tendencias del pensamiento pedológico, que tendrán importantes consecuencias en cartografía.

Como dijimos ya, la tendencia actual es de considerar que todos los suelos se forman por los mismos procesos básicos; si esto es así los suelos forman un ''continuum'' (Simonson, 1959) y deben variar a muy cortas distancias; por consiguiente lo que importa no es tanto si en tal punto hay tal o cual suelo, sino cómo varían los tipos de suelo dentro de una determinada región; el estudio, y por lo tanto la cartografía de los suelos, de estática que estaba, se hace dinámica. Como consecuencia se desarrolló el concepto de ''región de suelos''; una región de suelos es una zona geográfica dentro de la cual la distribución de los suelos sigue el mismo modelo (''pattern''). Y en vez de cartografiar tipos de suelos se puede cartografiar ''regiones de suelos", lo que simplifica considerablemente el trabajo de hormiga; pero necesita mejor comprensión de los procesos de formación.

Hay que notar, que mucho tiempo atrás Milne (1936) introdujo en la cartografía de los suelos el concepto de ''catena''. El concepto de ''región de suelos'' es análogo a lo de la ''catena''; pero es más amplio. La región de suelos tiene mucho que ver con la ''asociación de suelos'', desde tiempo introducida en pedología.

Hay que notar que del punto de vista práctico, la localización exacta de los suelos en un mapa no es tan deseable. Primero porque, para que sea exacta, se necesita un trabajo enorme. Segundo porque los que usan un mapa necesitan solamente saber cuáles son los tipos de suelo que existen en la región y sus caracteres diferenciales; sobre esta base los reconocen ellos mismos, sin necesidad de indicarlos exactamente en un mapa (a veces con errores). En fin del punto de vista práctico la existencia de una asociación de suelos es muy importante, porque estos suelos se complementan en su uso. Por lo tanto es, a veces, más importante saber que una explotación agrícola o una zona tiene tal asociación de suelos que saber que tiene tal suelo.

Con la misma corriente de ideas, hay tendencia a cartografiar unidades de suelo que difieren considerablemente una de otra (evitar la pulverización de las unidades). Por ejemplo en el Mapa de Francia establecido por Oudin (1951) con escala de 1.000.000, los nombres de todas las unidades son descriptivos (''Podsols humiques'', ''Podsols ferrugineux'', ''Sols lessivés'', ''Rendzines grises'', etc.), no hay ni una unidad que tenga nombre geográfico, lo que sería el caso si se pulverizaran las unidades cartográficas.

## VI. Avances pedológicos en el país.

El Instituto de Suelos y Agrotecnia realizó muchos estudios de diferentes zonas (regadíos, colonización, zona papera, zona maicera, zonas frutícolas, zonas de erosión, zonas de mortandad de ganado, zonas hortícolas, etc.). Estos estudios son importantes, no solamente para la zona, sino como jalones en el estudio pedológico del país en conjunto.

Además del Instituto de Suelos, varias otras instituciones (Instituto de Santa Fe, Estaciones Experimentales, Universidades, Organismos Autónomos) hicieron estudios de esta índole.

Vessel, sin visitar el país, pero teniendo en cuenta los estudios de suelos publicados hasta entonces, el clima, la vegetación, geología, etc., publicó en 1946 un mapa pedológico del país de gran valor. A pesar de la pobreza de información, que este autor disponía, el mapa corresponde bastante bien a la realidad; y las rectificaciones que hay que hacer son relativamente poco importantes.

Papadakis (1952 *b*) publicó un mapa de los suelos zonales del país. Este mapa da para cada región además del suelo zonal, los suelos asociados que se encuentran según las condiciones de relieve, etc. A pesar que este mapa se basó sobre consideraciones *a priori* (sin tener en cuenta información concerniente a la descripción de los suelos que efectiva-

mente existen) corresponde a la realidad; hasta los límites son bastante exactos.

Basándose sobre este mapa y sobre consideraciones geológicas y geoedafológicas, CAPPANNINI y DOMÍNGUEZ (1959) hicieron un estudio de los suelos del país, en el cual dan también un mapa de los materiales originarios.

Ahora la Línea de Geografía del Instituto de Suelos y Agrotecnia, está preparando un mapa pedológico del país. Se tienen ya informes preliminares sobre los suelos de Misiones, Corrientes, Chaco y Formosa oriental y la provincia de Buenos Aires. Se hizo el reconocimiento de la Patagonia, varios viajes más, y se proyectan otros. De manera que dentro de poco la Línea estará en posición de dar un mapa bastante completo de las regiones de suelos del país.

## BIBLIOGRAFÍA


ALEXANDER, L. T.; CADY, T. G.; WITTIG, L. D. et al (1956): *Mineralogical changes in the hardening of laterite.* VI Congr. Int. Sci. Soil. Rapp. E. 67-72.

BAUR, A. I. y LYFORD, W. H. (1959): *Sols bruns acides of the Northeastern United States.* Proc. Soil Science Society of America. 21, 5, 533-536.

BLOOMFIELD, C. (1955): *Experimental production of podzolization.* Chem and Industry. 1956-57.

BLOOMFIELD, C. (1956): *The movement of sesquioxides and clay in the soil.* Afr. Soils. 3, 488-506.

BONNET, J. A. y LUGO LÓPEZ, M. A. (1952): *The rate of infiltration of lateritic soils.* J. Agr. Univ. Puerto Rico. 36, 161-166.

BRAMÃO, D. L. y SIMONSON, R. W. (1956): *Rubrozem a proposed great soil group.* VI Cong. Int. Soil Sci. Rapp. E. 25-30.

BUOL, S. W. y HOLET, F. D. (1959): *Some characteristics of clay skins in peds of the B horizon of a grey-brown podsolic soil.* Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 23-3, 239-241.

CAPPANNINI, D. A. y DOMÍNGUEZ, O. (1959): ''Suelos''. Capítulo I del tomo IV de *La Argentina, Suma de Geografía,* pp. 1-116. Peuser. Buenos Aires (consultar también este trabajo para la bibliografía nacional, no incluída en la presente).

CARLISLE, F. J.; KNOX, E. G. y GROSSMAN, R. B. (1955): *Fragipan horizons in New York Soils.* I. General Characteristics. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 21-3, 320-321.

COSTIN, A. B. (1955): *A note on basalt soils in Britain and Australia.* J. Soil Sci. 6-2, 268-269.

CROCKER, R. L. (1957): *The acid soils of the San Diego Mesa, California.* J. Soil Sci. 7-2, 242-247.

CROCKER, R. L. y DICKSON, B. A. (1955): *Soil development on the recessional moraines of the Herbert and Mendelhall glaciers, southeastern Alaska.* J. Ecol. 42: 427-428.

DEL VILLAR, E. H. (1947): *Types de sol de l'Afrique du Nord.* Rabat, 1947.

DU BOIS, C. G. B. y JEFFERY, P. G. (1955): *The composition and origin of the laterites of the Entebbe peninsula, Uganda protectorate.* Geol. Survey Dep. Uganda.

EGOROV, V. V. (1954): *The formation of marine solonchacks on marsh terraces in the western Caspian.* Trudy pochv. Inst. Dokuchaeva, 44, 187-210.

FOLKS, H. C. (1956): *Soil profile development in sandy parent material in Iowa.* J. Sci. 30, 355-356.

GERASIMOV, I. P. (1954): *The brown soils of the Mediterranean regions.* Commun. fifth. Int. Congr. Soil Sci. p. 40.

GORBUNOV, N. I. (1954): *The mineralogical composition of Krasnozems.* Fifth Int. Congr. Soil Sci.

GOUVEIA, D. H. G. (1955): *Os solos.* Trab. Centr. Invest. Agr. Lourenço Marques.

HALLSWORTH, E. G.; ROBERTSON, G. K. y GIBBONS, F. R. (1955): *Studies in pedogenesis in New South Wales: III The gilgai soils.* J. Soil Sci. 6, 1-31.

HARPER, W. C. (1959): *Morphology and genesis of calcisols.* Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 21-4, 420-424.

HESSAYON, D. G. y HUTTON, R. G. (1954): *In vitro production of tropical blackearth.* Nature, London, 174, 612.

INSTITUTO DE SUELOS Y AGROTECNIA. Varios informes no publicados (no nos extendemos en la bibliografía nacional, porque es bien conocida por los presentes).

IVANOVA, E. N. (1956): *Essai de classification générale des sols.* VI Congr. Int. Sci. Sol. Rapp. E. pp. 387-394.

JENNY, H. (1941): *Factors of soil formation.* Mc Graw Hill, New York.

JENNY, H. (1950): *Causes of high nitrogen and organic matter content of certain tropical forest soils.* Soil Sci. 69-1, 63-70.

KANNO, I. (1956): *Red Yellow soils in Japan.* VI Congr. Int. Sci. Soil. Rapp. E. 90-103.

KAWAGUGHI, K. y KITA, D. (1957): *Some physical properties and hardpans of paddy soil profiles.* J. Sci. Soil Tokyo, 28, 97-100.

KELLOGG, CH. E. (1943): *The soils that support us.* Mac Millan, New York.

KOVDA, V. A. (1956): *The mineral composition of plants and soil formation.* Pochvovedenie, nº 1, 6-38.

KUBIENA, W. L. (1952): *Claves sistemáticas de suelos.* Cons. Sup. Inv. Sci. Madrid.

KUBIENA, W. L. (1956): *Rotlehm formation and laterization (their differentiation by micromorphologie characteristics).* VI Congr. Int. Sci. Soil. Rapp. E. 247-249.

KUBIENA, W. L. (1958): *The classification of soils.* J. Soil Sci. 9-1, 9-19.

KÜNZE, G. W. y TEMPLIN, E. H. (1956): *Houston black clay, the type grumusol.* Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 20, 88-96.

LOBOBA, H. (1956): *Géographie des sols désertiques de l'U.R.S.S.* Comm. V Congr. Int. Sol.

MILNE, G. (1936): *A provisional soil map of East Africa.* Agr. Res. Sta. Amani, Tanganyka.

MOHR, C. J. y VAN BAREN, F. A. (1954): *Tropical Soils.* The Hague.

NYE, P. H. (1955): *Some soil-forming processes in the humid tropics.* J. Soil Sci. 6-1, 51-72.

OUDIN, A. (1951): *Carte Pédologique de la France. Quart N. O.* Ecole Nat. Eaux et Forêts, Nancy.

PAPADAKIS, J. (1952 *a*): *Agricultural Geography of the World.* Buenos Aires.

PAPADAKIS, J. (1952 b): *Mapa Ecológico de la República Argentina.* 2ª Ed. Min. Agr. y Gan. Buenos Aires.

PAPADAKIS, J. (1960): *Geografía Agrícola Mundial.* Salvat Ed. Barcelona.

PEDRO, G. (1958): *Premiers résultats concernant a la réalisation expérimentale d'un processus de lateritization.* Compt. Rend. Acad. Sci. Paris, 247, 1217-1220.

PUJOS, A. (1953): *Réfléxions sur la rubefaction des roches et des sols dans le Nord Marocain et le Maroc Oriental.* Soc. Sci. Nat. Maroc.

ROZOV, N. N. (1956): *Principes de la classification des sols.* VI Congr. Int. Sci. Sol. Rapp. E. 387-394.

SIMONSON, R. W. (1959): *Outline of a generalized theory of soil genesis.* Proc. Soil Sci. Soc. Amer., 23-2, 152-155.

SINGH, S. (1956): *The formation of dark coloured clay organic complexes in black soils.* J. Soil Sci. 7-1, 43-58.

SOIL SURVERY STAFF, SOIL CONSERVATION SERVICE OF U. S. A. (1956): *Outline of a scheme of soil classification 5th aproximation.* Key to the 6th aproximation (revised January, 1958).

SOTERIADES, C. G. (1956): *Red Soils of Cyprus.* VI Congr. Int. Sci. Soil. Rapp. E. 53-59.

STEPHEN, T.; BELLIS, E. y MUIR, A. (1956): *Gilgai phenomena in tropical black clays of Kenya.* J. Soil Sci. 7, 1-9.

SWINDALE, L. D. y JACKSON, M. L. (1956): *Genetic processes of some residual podzolized soils of New Zealand.* VI Congr. Int. Soil. Rapp. E. 233-239.

THOMPSON, L. M. (1957): *Soils and soil fertility. Mc Graw* Hill, N. York.

THORP, J. y SMITH, G. D. (1949): *Higher categories of soil classification.* Soil Sci. 67-2, 117-126.

THORP, J.; STRONG, L. E. y GAMBLE. E. (1959): *Experiments in soil genesis. The rate of leaching.* Proc. Soil Sci. Soc. Amer.

U. S. D. A. (1955): *Soil Survey, Territory of Hawaii.*

VAGELER, P. (1943): *Zur problematik der Kolonianen Bodenkunde.* Z. Welt-Forsch., 10, 165-179.

VESSEL, A. J. (1946): *Soils Associations areas of Argentine and Chile.* Proc. Soil Sci. Soc. Amer.

WAEGEMANS, G. y HENRY, S. (1954): *La couleur des latosols en relation avec leurs oxides de fer.* Trans. Filth Int. Congr. Sol Sci. 2, 384-389.

WRIGHT, J. P. y LEVICK, R. (1956): *Development of a profile in a soil column leached with a chelating agent.* VI Congr. Int. Sci. Soil. Rapp. E. 257-262.

YAALON, D. H. (1955): *Clays and some non-carbonate minerals in linestone and associatied soils of Israel.* Bull. Res. Counc. Israel, 5 B, 161-167.

ZONN, Z. V. y LICK, K. (1958): *Some problems of the genesis and classification of the tropical soils of China.* Pochvovedenie, nº 9, 57-69.

## RESUMEN DE LOS TRABAJOS Y COMUNICACIONES PRESENTADOS

### Caracterización de los grandes grupos de suelos del Uruguay a través de algunas series típicas

(*Comunicación*)

CARLOS A. FYNN, HERMANN TOBLER BOTTINI, OSCAR LÓPEZ TABORDA y LUIS DE LEÓN

La presente comunicación tiene por finalidad dar a conocer la información que se posee al presente, sobre los Grandes Grupos de Suelos representativos en el Uruguay.

El esquema de clasificación oficial expuesto en la comunicación es el propuesto por el Dr. RIECKEN aunque nuevos conocimientos de los suelos del Uruguay y actuales enfoques de la taxonomía de los suelos, podrían conducir a la necesidad de ampliar los grupos y reordenar las clases. Sin embargo, en las circunstancias actuales se ha preferido no introducir cambios al esquema citado hasta tanto no se haga una revisión completa con la nueva información que aporten algunos trabajos en vías de realización.

El esquema se ha basado fundamentalmente en la morfología de los suelos, a través de lo cual es posible interpretar los procesos genésicos y su grado de desarrollo. Se han usado principalmente características apreciables a la vista y al tacto (color, textura, estructura y consistencia de cada horizonte; presencia de yeso, carbonatos, sales solubles, concreciones); características químicas (pH, materia orgánica, relación C/N, bases, capacidad de cambio, % de saturación, y algunas determinaciones mineralógicas (estudio mineralógico de la fracción arcilla y de otras fracciones). El trabajo se refiere a 16 suelos típicos del Uruguay, correspondientes a 7 diferentes Grandes Grupos de Suelos, que representan distintas familias. Se analiza en general su morfología y caracteres diferenciales al nivel de los grandes grupos, así como sus características químicas y mineralógicas; su génesis y los factores y procesos de formación; áreas donde aparece y su uso actual. Se incluyen gráficas de los resultados analíticos que permiten visualizar sus diferencias.

*Nota*: Las tareas de campo fueron realizadas por el Grupo de Trabajo integrado por: Dr. F. F.

RIECKEN, Ings. Agrs. CARLOS A. FYNN, CARLOS CUSSAC, OSCAR LÓPEZ TABORDA, LUIS DE LEÓN.

Las determinaciones analíticas fueron efectuadas por: Ings. Agrs. HERMANN TOBLER BOTTINI, M. E. CALVELO DE VALLI, Quím. Ind. ALBINA SECONDI DE CARBONELL, Ing. Agr. ESTHER GULLA DE GONZÁLEZ, Bachiller DANUBIO PERDOMO CORONEL.

## Serie Tala, un grumosol típico del Uruguay, su caracterización

(*Trabajo*)

CARLOS A. FYNN, HERMANN T. BOTTINI, OSCAR LÓPEZ TABORDA y LUIS DE LEÓN

OBJETIVO.

Describir y caracterizar la serie Tala, estudiada en una pequeña área, con el fin de mostrar el efecto del microrrelieve ondulado, y describir los suelos asociados.

PROCEDIMIENTO.

Se eligió una pequeña área, donde a través de la foto aérea, podía reconocerse el microrrelieve ondulado característico de esta serie. Se estudió la morfología de los perfiles en relación con las ondas y en los suelos asociados.

Se obtuvo detalles topográficos del área.

Se recogió muestras de tres perfiles típicos para las determinaciones de laboratorio.

ÍNDICE DE TOMAS.

I. Introducción. La presencia de grumosoles en el Uruguay y su relación con los factores de formación.

II. Configuración del relieve del área estudiada, con inclusión de foto aérea y planos topográficos.

III. Morfología del suelo Tala y del suelo asociado, con descripción, fotografías, etc.

IV. Caracterización fisicoquímica. Estudio de las propiedades químicas: pH, materia orgánica; relación C/N; capacidad de cambio, bases intercambiables, análisis mecánico.

V. Caracterización mineralógica. Estudio de los minerales predominantes en la fracción arcilla y en otras fracciones.

## Geología y suelos del partido de San Nicolás

(*Trabajo*)

OSCAR DOMÍNGUEZ y DINO A. CAPPANNINI

Tal como ocurre en otros sectores de la llanura pampeana, los suelos del área correspondiente al partido de San Nicolás, de la provincia de Buenos Aires, revelan una estrecha vinculación con los caracteres geomorfológicos de la región, comprendidos en esos caracteres los aspectos geológicos, morfológicos, estratigráficos, tectónicos, sedimentológicos, etc. Esta estrecha relación entre geomorfología y suelo se ha visto confirmada a lo largo del reconocimiento, a tal punto que cada formación geológica, que por extenderse en superficie actúa como material originario de los suelos, da lugar en líneas generales, a una unidad edáfica característica, con una distribución que sigue la de aquél.

Desde el punto de vista morfológico, el partido de San Nicolás está comprendido dentro de aquel sector de la pampa que, por sus típicos caracteres fuera denominado pampa ondulada. En ella, como consecuencia de su mayor ascenso diferencial del bloque profundo correspondiente, las ondulaciones aparecen más marcadas que en el resto como consecuencia de una mayor altura relativa y de la presencia de valles erosivos más amplios y profundos. Otro carácter interesante es la presencia de una barranca continua y bien marcada, bordeando las riberas de los ríos Paraná y Plata, desde un poco al norte de Rosario hasta el Parque Lezama.

Tomando en sus íntimas relaciones los dos aspectos: geomorfológico y suelos, la zona estudiada pudo ser separada en principio, en dos áreas fundamentales: I) la llanura pampeana y II) la deltaica. La primera área se compone de los típicos loess y limos pampianos y postpampianos dispuestos en dos órdenes de terrazas: alta y baja, respectivamente. La segunda área participa de los caracteres inherentes al Delta paranaense, desarrollado por la acumulación de enormes volúmenes de arenas, limos y arcillas transportadas y depositadas por las aguas del río Paraná, dando lugar a dos ambientes distintos: el delta propiamente dicho y la terraza intermedia.

En la terraza alta fueron reconocidos: 1) los suelos de los llanos loéssicos, vinculados principalmente con el loess Bonaerense y relieves altos, clasificados como *suelos de Pradera*. 2) Los suelos de los

escalones, sobre los limos del Ensenadense y relieves algo más bajos, como intergrado entre *pradera y gley húmico* y 3) los suelos de las depresiones altas, relacionados con loess y limos redepositados en cuencas altas y deprimidas, clasificados como *típicos gley húmicos*. En la terraza baja, los suelos se relacionan con los limos postpampianos del Lujanense y Platense y presentan un conjunto de caracteres que hizo clasificarlos como *gley húmico alcalinos*.

En el área deltaica, como era de suponer, predominan los suelos *hidropédicos*. Si bien es posible que en relación a las depresiones del relieve y a la mayor edad relativa de los depósitos haya pequeñas diferencias edáficas y de evolución, en general puede decirse que los suelos del delta propiamente dicho están comprendidos dentro del rango de los *gley húmicos ácidos*. En cambio, los de la terraza de transición, como su nombre lo indica, constituyen un *intergrado* entre los *gley húmicos y los prairie*.

## Suelos y erosión en el centro este de la región pampeana semiárida

(*Trabajo*)

C. G. Bonfils, J. E. Calcagno, P. H. Etchevehere, J. Ipucha Aguerre, C. R. O. Miaczynski y L. A. Tallarico

Entre los años 1955 y 1959, los autores, con la colaboración de otros técnicos del Instituto de Suelos y Agrotecnia —entre los cuales corresponde destacar especialmente las intervenciones de los Ings. Agrs. A. Capello, O. J. Guedes y Dr. A. Siragusa— efectuaron el reconocimiento de los suelos y de la erosión de los partidos bonaerenses de Gral. Villegas, Gral. Pinto, Rivadavia, Trenque Lauquen, Pellegrini, Carlos Tejedor, Adolfo Alsina y Guaminí y de los departamentos pampeanos de Chapaleofú, Maracó, Quemú-Quemú, Catriló, Atreucó y Guatraché.

En este trabajo se concretan los resultados obtenidos, presentándose una carta de Suelos y otra de Erosión en escala 1:250.000 completados con un bosquejo geomorfológico y otro de vegetación (escala 1:1.000.000) con la memoria correspondiente.

La región cuyo relevamiento edafológico y de erosión se describe tiene una superficie total de 56.985 km² y cubre en un 60 % aproximado el área abarcada por los paralelos de 34°23′ y 37°50′ S y los meridianos 61°40′ y 64°10′ W. Corresponde al sector Centro-Este de la Región Semiárida, subregión pampeana. El partido de Gral. Pinto y parte de sus vecinos están situados en la zona limítrofe con la región subhúmeda pampeana.

*Fisiografía*: Si bien en general el relieve de la región es llano, se ha podido distinguir varias unidades fisiográficas con características propias, y que determina la génesis de diferentes series de suelos.

Regiones positivas: 1) Pampa medanosa de Int. Alvear-Pellegrini (su carácter principal es la presencia de numerosas acumulaciones arenosas con remodelación del relieve provocado por erosión eólica); el material litológico predominante es la arena cuarzosa y de minerales pesados. 2) Pampa arenoloessoide de Villegas-Rivadavia, de relieve llano, está constituída por arenas de aspecto loessoide. El drenaje superficial de la región es lento y dirigido hacia cuencas endorreicas tales como las formadas por las lagunas de Trenque Lauquen y Carlos Tejedor. 3) Pampa ondulada con tosca de Uriburu-Alpachiri; es una llanura suavemente ondulada con tosca calcárea a escasa profundidad (que aún aflora en las lomas); los materiales son arenosos de grano más fino que en la pampa medanosa. Al S de esta región existen síntomas de exaración glaciaria.

Regiones negativas: 1) Depresión de T. Lauquen-Gral. Pinto; es una cuenca lacustre de orientación SSW-NNE de carácter semipermanente en su mayoría, en proceso de regresión, y constituída por limos loessiformes y loess arenosos redepositados bajo agua. 2) Depresión diagonal de Carhué; ocasionada por la existencia de un graben en la tectónica profunda, atraviesa como una faja de SW-NE cerca del extremo S de la región reconocida. Está ocupada por las lagunas del grupo de Epecuén. Su constitución litológica es heterogénea, pero en general posee un alto porcentaje de sales solubles. Además se han descrito una región subpositiva (la pampa loéssica de la vertiente N de Ventania) y una subnegativa (la llanura de Darregueira).

Se hace la referencia Social-Económica de la zona con datos de población, industria y comercio, vías de comunicación y explotación agropecuaria con datos estadísticos sobre la distribución de las tierras.

*Factores edafógenos*: A continuación se desarrolla el estudio del clima, del relieve, de los materiales originarios, de su edad y de la vegetación como factores formadores de los suelos de la región. Cabe destacar que el capítulo sobre el clima de la región es una contribución del Ing. Agr. Teodoro F. A. Weber.

*Clasificación y descripción de los suelos*: En este capítulo los autores clasifican los suelos de la región siguiendo las normas expuestas en el Soil Survey Manual de 1951 del U. S. Depart. of Agric. Se dan las características de los suelos dominantes hallados, pertenecientes a los grandes grupos de "Pradera" y "Pardos" entre los zonales, y "Praderas planosólicas" y "Alcalinos degradados" entre los intrazonales. Como suelos asociados se describen salinos, salino-alcalinos, planosoles y semipantanosos, como así también suelos azonales como regosoles y litosoles y finalmente intergrados y complejos misceláneos de escasa distribución geográfica.

Como unidad de mapeo de mayor detalle se utilizó la "Serie". Se determinó en la región 9 series de suelos, las que fueron denominadas con los nombres de localidades o partidos donde se hallaron bien representadas:

Serie *Pellegrini* (pradera regosólica evolucionada sobre antiguos médanos estabilizados). Serie *Rivadavia* (pradera sobre material eólico, con menor grado de erosión y por lo tanto mayor contenido de elementos finos). Serie *Villegas* (pradera sobre sedimentos loéssicos de edad Cordobense). Serie *Gral. Pinto* (pradera evolucionada sobre "limos" redepositados). Serie *Espartillar* (pradera evolucionada sobre loess). Serie *Quemú-Quemú* (pradera en tránsito a pardo, evolucionada sobre arena calcarífera). Serie *Alpachiri* (pardo sobre sedimentos arenosos finos ricos en $CaCO_3$). Serie *Carlos Tejedor* (pradera planosólica evolucionada sobre limos loessoides del Pampiano). Serie *Rufino* (solonetz solodizado, evolucionado sobre limos loessoides pampianos).

*Erosión*: En la 2ª parte del trabajo se reconocen condiciones ecológicas muy propicias a la manifestación de la desintegración de los suelos por acción del viento: suelos sueltos, vientos fuertes y frecuentes y lluvias escasas y mal distribuídas. Además la labranza a destiempo con instrumentos inapropiados, monocultura prolongada, exceso de pastoreo y sustitución de la vegetación natural por cultivos menos resistentes a la sequía, condujeron a desencadenar un fenómeno latente. Se hacen consideraciones de carácter socioeconómico para explicar el aumento de las áreas erosionadas.

Para la evaluación de la intensidad progresiva de la acción deflatoria del viento sobre el suelo, se adopta una escala de 4 grados estimativos de erosión: *ligera, moderada, severa* y *grave.*

Se describe a continuación en el trabajo, la distribución geográfica de la erosión presente, lo que se hace separadamente por cada partido y departamento reconocido.

El área afectada por erosión ligera cubre la casi totalidad de los partidos de General Pinto y Carlos Tejedor, la mitad oriental de General Villegas, el tercio este de Trenque Lauquen, la parte de los partidos de Adolfo Alsina y Guaminí ubicada al sur de la depresión diagonal de las lagunas de Carhué y el sector occidental de los departamentos de Atreucó, Guatraché y Quemú-Quemú.

El área principal con erosión moderada abarca la mitad occidental de Gral. Villegas, gran parte de Rivadavia y Trenque Lauquen, la mitad oriental de Guatraché, hallándose otras áreas menores en los otros partidos y departamentos.

La erosión severa predomina en los departamentos de Chapaleofú, Catriló y Atreucó y en el este de Quemú-Quemú, en la casi totalidad del partido de Pellegrini y en las mitades septentrionales de Guaminí y Adolfo Alsina.

Por último, erosión grave se observa en numerosos focos dispersos en toda el área reconocida. Las extensiones más importantes con suelos afectados por erosión grave se hallan en los departamentos de Atreucó, Catriló y Chapaleofú y en los partidos de Pellegrini, Adolfo Alsina y Guaminí; en estos dos últimos, al norte de la depresión diagonal de las lagunas de Carhué.

Se acompaña una lista bibliográfica, plano de ubicación, bosquejos geomorfológico y fitogeográfico y 4 planchas en escala 1:250.000 en colores, con los relevamientos de suelos y de erosión de la zona estudiada. En el texto se incluyen planillas analíticas, gráficos de caracterización de "series de suelos" con datos de materia orgánica, pH y porcentajes de arcilla de los perfiles característicos y planillas estadísticas socioeconómicas.

Próximamente, este trabajo será publicado in extenso en la Revista de Investigaciones Agrícolas del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (I. N. T. A.) de la Secretaría de Estado de Agricultura y Ganadería de la Nación.

## Textura del primer horizonte de los suelos de la provincia de Buenos Aires

(*Trabajo*)

Oscar A. Dujmovich, Constante P. Moneda y Rolando N. Albornoz

En esta comunicación se representan gráficamente en forma general y en escala 1 : 1.000.000 los diferentes grupos texturales del horizonte superior de los suelos de la provincia de Buenos Aires.

Este trabajo se realizó en base al análisis fisico-mecánico de 2.116 muestras de suelos consideradas representativas de las respectivas zonas y habiéndose adoptado para tal fin el método de Robinson utilizando el de disgregación preconizado por Aman Nath Puri. Para la determinación de las fracciones se ha usado la escala de Atterberg y para la clasificación de los grupos texturales el gráfico triangular preparado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norte América.

Como la textura del suelo depende únicamente del tamaño de las partículas y proporción de las mismas no existe ningún medio práctico para modificar esta propiedad natural de los suelos, ya que no puede ser alterado por métodos ordinarios de cultivos y únicamente puede ser dado en una escala muy pequeña y a gran costo.

Del estudio del mapa podemos hacer una serie de consideraciones; en primer lugar, de la simple observación se desprende que los suelos de textura franca y franco-arenosa ocupan aproximadamente un área equivalente a las tres cuartas partes del territorio de nuestra provincia.

Los suelos de textura franco-arenosas se encuentran principalmente en el noroeste y oeste de la provincia, donde tienen un neto predominio sobre los demás tipos texturales y desde ese sector se introducen en el interior de la provincia donde alternan ya con otros tipos tales como: francos, franco-arcillo-arenoso y hasta franco-arcilloso, en una zona delimitada por las cuencas del Salado al norte y Vallimanca al sur.

Este tipo textural se estrecha hacia el centro de la provincia, y luego se ensancha a medida que nos vamos acercando al océano Atlántico y ocupar un vasto sector en el sudeste de la provincia, precisamente en la zona inundable.

Además, este tipo volvemos a encontrarlo en el centro-sur de la provincia, pero sin ser dominante.

Si observamos el norte del territorio vemos una amplia faja de unos cincuenta kilómetros de ancho y doscientos kilómetros de largo cuyo flanco limita con el Paraná, en el que se encuentran representados la mayoría de los tipos texturales con un ligero predominio del tipo franco-limoso, carácter éste que se explica teniendo en cuenta que toda esta zona estuvo sometida a la acción de una serie de arroyos y ríos que desembocan en el Paraná cuyo material aluvional se depositó en forma inconsecuente y que produjo esta variedad de tipos texturales.

Esta misma característica se observa al sur de la ensenada de Samborombón, donde en una pequeña zona alternan siete tipos texturales. Lo mismo ocurre en la faja marginal ubicada al sur de la ciudad de La Plata donde alternan cuatro tipos de textura, pero con predominio del tipo franco-limoso.

Al sur de esta faja y limitando por un lado con la misma se encuentran los suelos francos, ocupando un amplio sector y a medida que nos alejamos de la costa, comienzan a aparecer los suelos algo más pesados que inmediatamente son sucedidos por suelos arenosos.

Al sur de la cuenca del Vallimanca y en el "bolsón" comprendido entre los sistemas de Tandilia y de La Ventana, los suelos francos ocupan una gran extensión sobre todo en el norte del bolsón mientras que en el sur del mismo los terrenos franco-arenosos tienen predominancia.

El tercer tipo textural dominante, aunque en mucho menor escala que los dos mencionados anteriormente, es el tipo textural franco-arcillo-arenoso que se encuentra principalmente en el centro-oeste del territorio, al norte de la cuenca del Salado y como transición entre los tipos texturales franco y franco-arenoso con la característica de formar zonas alargadas con rumbo norte-sur e igualmente y con la misma forma en la zona franco-arenosa del sector inundable del este de la provincia; ocupa también la faja costera que se extiende desde la ensenada de Samborombón hasta la localidad de Necochea y se encuentra en una amplia zona ubicada al oeste de la sierra de La Ventana y en un sector ubicado en el confín austral-oeste de la provincia.

Los demás tipos texturales constituyen casi excepciones, dentro del dilatado territorio de nuestra provincia, tal es el caso de los suelos franco-arcillosos que se encuentran en las inmediaciones de las lagunas del sudoeste de la provincia, en los fal-

deos de las sierras de La Ventana y Tandil y al igual que los suelos franco-arcillo-arenosos en el contacto de los suelos franco y franco-arenosos de la cuenca del Salado; finalmente donde abarcan una mayor extensión es al sur de la ensenada de Samborombón.

En lo que respecta a los suelos arenoso-franco los encontramos únicamente en los partidos de Villarino, Trenque Lauquen y Pellegrini y en contados otros partidos del oeste de la provincia, pero realmente en forma aislada.

Los suelos de textura franco-limosa se encuentran principalmente en la faja costera ubicada sobre el Paraná y río de la Plata.

Los suelos clasificados como arena y arcilla respectivamente son muy escasos y se han observado solamente en tres o cuatro pequeñas zonas y se han citado como verdaderas excepciones.

Hay un detalle que llama la atención y es lo que respecta al tipo textural franco-arenoso que en algunos lugares de nuestra provincia suele tener un gran contenido de materia orgánica lo que hace que a simple vista se presente como un suelo pesado o de textura franco-arcillosa.

## Reconocimiento geoedafológico del tramo del Valle del Río Negro entre Chelforó y Darwin

(*Trabajo*)

Alejandro E. Capello, Antonio C. Ferreiro y Dino A. Cappannini

La finalidad de este reconocimiento es determinar la capacidad de uso de las tierras ubicadas en este sector del valle.

Tienen su origen los suelos en las arenas grises y azuladas del Plioceno y en los rodados fluviales.

Por el grado de evolución, se clasifican en las siguientes clases:

A. Suelos zonales, con perfil claramente desarrollado y definido.

B. Suelos azonales, constituídos por depósitos de arena fluvial o materiales desprendidos de las barrancas.

C. Suelos intrazonales, en cuya evolución interfirieron fenómenos locales; son los terrenos salitrosos y alcalinizados.

Por su capacidad de uso se clasifican en cuatro categorías que son las siguientes:

*Primera*: Presentan las mejores condiciones para ser explotados y ocupan una extensión de 28.000 hectáreas.

*Segunda*: Tierras de excesiva permeabilidad o de relieve complejo. Ocupan un área de 4.000 hectáreas.

*Tercera*: Suelos salinizados, alcalinizados, drenaje impedido. Superficie: 1.500 hectáreas.

*Cuarta*: Anegadizos, madrejones y terrenos de relieve inapropiado para su explotación. Superficie: 2.500 hectáreas.

Como simple dato de orientación se determinó la dotación teórica de agua para el riego.

Gran parte del área reconocida, presenta condiciones propicias para su explotación agrícola. Con excepción de los suelos de cuarta categoría, los restantes pueden librarse al regadío observando en algunos casos, como queda especificado en los capítulos correspondientes, técnicas correctivas preconizadas para esas clases de suelos.

## La hoya subterránea del Valle de Concarán de la provincia de San Luis y Córdoba. Las bases para la organización del riego por bombeo del agua subterránea

(*Trabajo*)

José Román Guiñazú

El autor no envió resumen.

## Regiones de aguas subterráneas de la provincia de San Luis

(*Trabajo*)

José Román Guiñazú

El autor no envió resumen.

## Suelos del Chaco occidental y su posición en el sistema

(*Trabajo*)

ELIZABETH P. DE KUSNEZOV

El trabajo exploratorio fue realizado en el oriente de Tucumán (Dto. Cruz Alta), en el sudeste de Santiago del Estero (Dto. Choya) y en Salta sudoriental (Dto. Anta). Esta región pertenece al distrito Central de la Provincia Fitogeográfica Chaqueña (Asociación de *Schinopsis quebracho colorado* y *Aspidosperma quebracho blanco*), con precipitaciones atmosféricas entre 450 y 550 mm anuales; es una llanura de sedimentación, casi uniforme con comunidades edáficas bien marcadas. La clímax es un bosque alto (18 a 22 m) de quebracho colorado y blanco, fuertemente influído por el antropofactor (pastoreo, explotación maderera). Los suelos son muy variados. Además de los suelos zonales grandes extensiones están ocupadas por suelos salinos, salinizados y aluviales. Los suelos zonales pueden ser divididos en dos grupos: 1) suelos formados sobre limos loéssicos amarillentos (Tucumán y Santiago) y 2) suelos formados sobre limos arenosos colorados (Salta). El primer grupo de suelos se caracteriza por un horizonte A de 20-25 cm de color pardo (en el estado húmedo tiene un tono marrón), que pasa muy lentamente al horizonte B pardo claro y por fin a pardo amarillento. (A + B = 65-70 cm). La textura es limo-polvorosa. La reacción con HCl empieza a partir de 70-80 cm.

Los suelos del segundo grupo tienen un horizonte A pardo (algo rojizo) de 18-20 cm, limo-arenoso; los horizontes siguientes toman el color pardorrojizo y los inferiores son casi rojos. La transición de un horizonte al otro, es muy paulatina. (A + B = 60-65 cm). La reacción con HCl desde 80 cm. Los datos de análisis químicos no muestran una diferencia substancial entre dos grupos de suelos. La reacción química (pH) varía de 6,3 a 6,8 en los horizontes superiores y en profundidad de 1 m de 7,2 a 7,6. El contenido de la materia orgánica es 2,3-3,7 %. La parte mineral del suelo mantiene una constancia relativa en todo el perfil, no se observa la migración notable de $SiO_2$ y $R_2O_3$. Las sales solubles son lixiviadas.

Las condiciones fisiográficas del Chaco seco, sus componentes florísticos y las condiciones ecológicas generales, sumados a las particularidades morfológicas y químicas de los suelos, indican que los procesos de edafización en los suelos zonales reflejan una evidente influencia de un clima subtropical semiárido.

Para determinar el tipo de dichos suelos utilizamos el trabajo del edafólogo ruso N. N. ROZOV: "El problema de los principios de la construcción de la clasificación genética de suelos". El autor propone un proyecto de clasificación de suelos con las siguientes divisiones: I grupo, suelos de edafización boreal y suboreal; II grupo, de edafización subtropical, y III grupo, de edafización tropical. Los grupos se dividen en 12 clases en la relación con la vegetación y las clases en 77 tipos de suelos. Como el Chaco está en la zona subtropical, nos interesa el grupo II, que tiene las subdivisiones siguientes:

| *Clases:* | |
|---|---|
| Bosque húmedo subtropical .... | Suelos amarillos<br>Suelos rojos |
| Bosque seco y sabana subtropical | Suelos marrones<br>Suelos grisáceo-marrones |
| Desierto subtropical .......... | Serozem<br>Suelos de desiertos subtropicales |

A los bosques subtropicales secos, que tenemos en la parte más árida del Chaco, corresponden suelos marrones o en el idioma ruso "korichnezem".

El tipo de suelos "korichnezem" es nuevo y figura solamente en las modernas clasificaciones rusas. Las descripciones conocidas de suelos marrones coinciden con los suelos del bosque de *Schinopsis* y *Aspidosperma*, y he podido determinar dos variantes: 1) Suelo *marrón típico* (área de Tucumán y Santiago) y 2) propongo llamar provisoriamente Suelo *marrón-rojizo* (área Salteña).

Algunos autores denominan los suelos del Chaco *castaños rojizos*, de acuerdo a la asignación dada por A. J. VESSEL, pero el mismo autor escribe que "como no existen descripciones adecuadas, se da solamente un nombre descriptivo", sin haberse realizado ningún estudio areal detallado sobre el terreno.

## Contribución tendiente a uniformar los símbolos o signos que permiten caracterizar un terreno mediante el mapa de suelos

*(Trabajo)*

ALFREDO LUQUE

El presente trabajo tiende a uniformar los símbolos o signos que componen los "quebrados" o fórmulas aplicables en los Mapas de Suelos; está basado en reconocimientos y trabajos del autor efectuados en la zona de Cuyo (prov. de Mendoza y parte de San Luis).

Partiendo del sistema básico adoptado por el "Soil Conservation Service" de U.S.A., se buscó una clasificación y racionalización más adaptable a nuestro tipo de suelos (específicamente el desértico y semidesértico del oeste argentino). Así se establece el siguiente quebrado o fórmula básica:

$$S: \frac{I \quad II \quad III \quad IV}{V \quad VI \quad VII \quad VIII}$$ donde:

I) *Clase de suelo*: (Serie cuando se tiene conocimiento de ella). Con 6 divisiones o posibilidades.

II) *Profundidad media*: Con 5 divisiones o posibilidades.

III) *Textura*: Con 6 divisiones y 2 agregados.

IV) *Material y aspecto de superficie*: Con 10 elementos y posibilidades.

V) *Pendiente y erosionabilidad*: Con 11 elementos y combinaciones.

VI) *Características del subsuelo*: Con 7 elementos y posibilidades combinadas.

VII) *Salinidad y/o alcalinidad*: Con 7 elementos y combinaciones.

VIII) *Tipo de vegetación natural o cultivo*: Con 8 elementos y combinaciones.

A su vez se ha desarrollado cada uno de estos símbolos y sus divisiones o posibilidades de acuerdo al reconocimiento del operador.

El quebrado resulta así con 4 numeradores y 4 denominadores, que una vez desarrollado nos indica una relación o detalle bastante amplio del terreno en estudio.

Dicho simbolismo permite una clasificación sumamente práctica y racional a la cual se va acomodando cada vez más el operador, hasta constituirse en un método eficaz para el reconocimiento y estudio de suelos en campaña, sobre todo cuando se deben abarcar grandes zonas para la instalación de colonias agrícolas, reconocimientos oficiales, etc.

## Materia orgánica. Contenido del horizonte superior de los suelos de la provincia de Buenos Aires

*(Trabajo)*

EDGARDO N. CAMUGLI y ALBERTO O. MAGI

Este trabajo representa gráficamente, en forma general, la distribución de la materia orgánica del horizonte superior (capa arable) de los suelos de la provincia de Buenos Aires.

No obstante las variaciones que en el porcentaje sufre este componente del suelo, creímos interesante realizar este estudio con el fin de establecer en forma objetiva el contenido de materia orgánica de los suelos y su distribución en la superficie de nuestra provincia. Interpretamos que esas variaciones no modifican el fin propuesto, ya que si bien un suelo virgen sometido a cultivo, al principio baja rápidamente el contenido de materia orgánica, posteriormente lo hace con mayor lentitud. Por otra parte en un suelo de labor la cantidad de materia orgánica tiende a adquirir un valor de equilibrio, bajo las mismas condiciones climáticas y similar sistema de rotaciones. Este mapa permitirá en el futuro estudiar las variaciones del tenor de materia orgánica que sufren los suelos en los diferentes sistemas de explotación.

Fueron analizadas 2.103 muestras de zonas que consideramos representativas de nuestra provincia. El contenido de materia orgánica de las muestras fue determinado por el método WALKLEY-ARMSTRONG BLACK modificado, que consiste en establecer, por oxidación con bicromato de potasio, la cantidad de carbono orgánico; este dato multiplicado por el factor 1,724 nos da el contenido aproximado de materia orgánica presente. Es un método rápido y satisfactorio para los fines de este trabajo.

La superficie de la provincia de Buenos Aires está formada por suelos que poseen una notable variación en su contenido de materia orgánica, con un intervalo que va desde los menos dotados con un 0,56 a los extremadamente ricos con 12,48 %. A pesar de esta circunstancia los suelos no presentan, en pequeñas distancias, una variación brusca de su contenido en materia orgánica, más bien, por el contrario tienden a agruparse los de

contenidos similares y a ocupar amplias extensiones con cambios graduales.

En general, los suelos de la provincia de Buenos Aires son ricos en materia orgánica, ocupando la mayor parte de su extensión tierras altamente dotadas de humus.

De acuerdo con los tenores de materia orgánica registrados, podemos establecer, descartando las pequeñas áreas que constituyen las excepciones, dos amplias regiones con valores medios diferentes.

### Primera región.

Ocupa una extensa franja al oeste, en el límite con La Pampa y Río Negro, que corre de norte a sur, con un ancho de 140 kilómetros de promedio. Se caracteriza por poseer bajos tenores de materia orgánica, alrededor del 2,3 %, llegando en algunos casos a la cifra máxima de 3,3 %. Son suelos bien drenados, con alto contenido de arena, abundante aereación y bajo contenido de calcio, lo que agregado a las bajas precipitaciones registradas en la zona, hace que se reúna en ella las condiciones óptimas para provocar la combustión rápida del humus.

En algunas localidades prácticamente casi no se encuentra presente la materia orgánica, habiéndose observado valores inferiores a 0,56 %. Presenta terrenos erosionados y es la zona más expuesta a la erosión eólica. El contenido de humus no es el adecuado para mantener una estructura buena, lo cual adicionado a la textura arenosa (predominan los suelos franco-arenosos y franco-areno-arcillosos) los expone a la erosión.

Los terrenos con los menores porcentajes de materia orgánica (inferior del 2,3 %), se encuentran en casi toda la superficie de los partidos de Villegas, Rivadavia, Carlos Tejedor, Puán, Médanos y Patagones; gran parte de los partidos de Gral. Pinto y Pellegrini; centro de Trenque Lauquen; este de Adolfo Alsina; oeste de Lincoln; noroeste de Tornquist; sur de Pigüé y pequeñas zonas de Guaminí y Caseros.

Al sur de Guaminí, norte de Pigüé, este de Adolfo Alsina y oeste de Cnel. Suárez, entre la cadena de lagunas formadas por la de Alsina, Cochicó, Del Monte, El Venado, lago Epecuén y Sierra de la Ventana, coincidiendo con una zona cruzada por numerosos arroyos, se produce una "ingresión" de la segunda zona de suelos ricos en materia orgánica, con porcentajes superiores al 3,3 %. Pequeñas extensiones con este último tenor, constituyendo las excepciones de la zona, se presenta en los partidos de Puán, Adolfo Alsina, Trenque Lauquen y Pehuajó.

### Segunda región.

Comprende la mayor parte de la superficie de la provincia, cubriendo prácticamente más de las dos terceras partes de su extensión.

Está limitada al norte por la provincia de Santa Fe y el río Paraná, al oeste por el río de la Plata y Océano Atlántico, al sur por el Océano Atlántico y al oeste por la primera zona descripta.

Es la región mejor dotada, predominando los suelos con un contenido superior al 3,3 % de materia orgánica, observándose que el incremento se produce de norte a sur. Los tenores de materia orgánica del 2,3 % al 3,2 %, del 3,3 al 4,9 %, del 5 al 6,9 % y los superiores al 7 %, están representados en esta zona por suelos que cubren grandes extensiones; los porcentajes inferiores al 2,3 % constituyen la excepción y abarcan muy pequeñas superficies. Dentro de esta amplia región podemos establecer dos zonas definidas, la norte y la sur separadas por una línea imaginaria que partiendo del suroeste de Coronel Suárez, con rumbo nordeste, llega a la localidad de Atalaya en el partido de Magdalena.

La primera zona, dentro de la categoría de los suelos ricos, es la menos dotada de las dos. Si bien las tierras son humíferas, los valores superiores al 6,9 % son excepcionales. Los mayores porcentajes generalmente coinciden con un mayor contenido de calcio, con subsuelos no muy permeables y con capas de tosquillas. A menudo constituyen zonas más bajas, cubiertas temporariamente de agua. La parte más septentrional de esta zona, con porcentajes algo más bajos es la región del cultivo del maíz y girasol. Es posible que estos cultivos con líneas espaciadas y numerosas labores a través de muchos años, en ausencia de rotaciones adecuadas, hayan influído en la probable disminución de la materia orgánica. En la parte central y nordeste de 25 de Mayo, gran parte de Saladillo y oeste de Roque Pérez se presentan superficies relativamente grandes con contenido de materia orgánica inferiores al 2,3 %, constituyendo los menos comunes dentro de la zona.

Los suelos más ricos de la provincia, con los contenidos máximos de materia orgánica, se presentan en la segunda zona. Los valores son generalmente

superiores al 3,3 %, siendo los más frecuentes del 5 al 6,9 %, llegando en algunos terrenos a alcanzar la cifra tope de 12,48 %. Verdaderas tierras negras, con alto contenido de humus y adecuada cantidad de calcio, con subsuelos medianamente permeables, y con capas de tosquillas y aun tosca a no mucha profundidad. Son las tierras que encontramos en el centro de Olavarría, sur de Tapalqué, centro y sur de Azul, noroeste y centro-oeste de Juárez, centroeste de González Chaves, norte de Tres Arroyos, sur y norte de Necochea, centro de Mar del Plata, límite entre Maipú, Guido y Ayacucho, centro de Dolores, norte, parte central y sur de Balcarce, centro-oeste de General Conesa, gran parte del partido de General Madariaga y centro de Laprida.

El humus, el verdadero sustrato sobre el cual se asienta la vida en el planeta, es uno de los componentes del suelo que más debemos conservar para mantener la fertilidad, puesto que la capacidad de producción de un suelo está regida, en su mayor parte, por la materia orgánica que posee.

En base a los estudios efectuados en campaña y en laboratorio, hemos podido comprobar en forma general, pero con datos concretos, que la provincia de Buenos Aires conserva aún suelos con alto contenido de materia orgánica en más de dos tercios de su extensión.

En consecuencia, todavía estamos a tiempo de conservar ese enorme capital que nos legó la Naturaleza: el suelo, que tenemos la obligación de entregarlo, si no acrecentado, por lo menos intacto a las futuras generaciones.

En el tercio restante, en la franja oeste se presentan tenores algo más bajos de materia orgánica que deben llamarnos no sólo a la reflexión, sino también actuar en forma decidida para evitar con tiempo lo que el Dr. HUGO H. BENNET nos previno: que en el oeste puede presentarse un gran problema: el avance de la erosión.

Debemos recordar que en los países de agricultura avanzada los trabajos de conservación de suelos, se basan fundamentalmente en mantener o acrecentar el contenido de materia orgánica.

Los diferentes métodos agropecuarios destinados a conservar y acrecentar la materia orgánica del suelo, y por consiguiente aumentar la capacidad productiva, dando al mismo mayor resistencia a los agentes erosivos, pueden sintetizarse en los siguientes preceptos:

*a*) En zonas semiáridas: realizar las labranzas con instrumentos que dejen todos o la mayor parte de los rastrojos cubriendo la superficie del suelo; utilizar las técnicas de cultivo bajo cubierta o superficial y usar el colchón o "mulch" de rastrojo.

*b*) En zonas agrícolas: aprovechar integralmente los rastrojos, evitando la quema de los mismos; usar adecuadamente los abonos verdes e incrementar las explotaciones mixtas agrícolo-ganaderas, con rotaciones adecuadas a la zona, incluyendo especialmente entre las forrajeras a las leguminosas.

*c*) En zonas ganaderas: evitar el sobrepastoreo y el consumo exhaustivo de los forrajes, dejando gran parte del mismo para conservar la materia orgánica del suelo.

## Aproximación hacia un bosquejo de distribución de las grandes regiones de suelos de la República Argentina

*(Trabajo)*

NATALIO MIKENBERG

Mediante palabras preliminares, se aclaran las razones que han impulsado al autor a desarrollar su bosquejo, como así también la información básica y material utilizado en la preparación del mismo.

Sobre la base de ideas derivadas de los sistemas modernos de clasificación, modificados en parte por el autor y conservando la nomenclatura clásica, se presenta el Bosquejo de distribución de las Grandes regiones de suelos de la Rep. Argentina.

Se utiliza una clave sistemática para la caracterización de los suelos zonales: su pedogénesis, tipos de vegetación bajo la cual se presentan, materiales originarios y grado de evolución; sus transiciones y modificaciones.

Se describen cada una de las nueve regiones de suelos en que se ha dividido el país, sus subregiones y sectores cubiertos por los diferentes grupos de suelos, características fundamentales, ejemplos de perfiles zonales y formas modificadas asociadas dándose algunas ideas generales acerca de su capacidad productiva.

Tras un capítulo donde se aclara el alcance que se le da a las denominaciones: formas transicionales, etapas evolutivas y formas modificadas, se dan instrucciones para la utilización de la clave siste-

mática y mapa representativo del bosquejo de las grandes regiones de suelos.

Se acompaña un glosario donde se define sintéticamente el significado de los términos técnicos utilizados y finaliza el trabajo con la exposición de la bibliografía consultada y fotografías ilustrativas.

Como anexo, se incluye: un cuadro con cifras de distribución de cada grupo de suelos dentro del país y por provincia, otro que señala las superficies y porcentajes que cubren los suelos agrupados por su aptitud y problemas, una clave sistemática para la caracterización de los suelos y un mapa en escala 1:5.000.000 que señala su distribución.

## Informe preliminar sobre los suelos de Corrientes

*(Comunicación)*

JUAN PAPADAKIS

Basándose sobre un viaje en la provincia de casi todos los integrantes de la Línea de Geografía del Instituto de Suelos y Agrotecnia, sobre la información acumulada por dicho Instituto, y otros antecedentes, el autor reconoce dos "regiones de suelos" en Corrientes: una "de los suelos neutros" en el sur, y otra "de los suelos ácidos" en el nordeste. De estas dos regiones se discute el clima, el relieve-drenaje, el material originario. y la distribución de los suelos. En la primera dominan suelos del suborden 7.1 (hidromórficos, o casi, con horizonte superficial que se hace duro al secarse, y un B textural bastante bien provisto con bases); con las nomenclaturas anteriores serían claypan planosoles de regiones subtropicales y tropicales. En la segunda dominan los suelos del suborden 8.1 (hidromórficos, o casi, con B textural muy ácido); suelos 8.23 (red yellow podsolic) no se encontraron, pero se considera probable su existencia bajo condiciones de mejor drenaje; muchos de los encontrados son intergrados 8.23/8.1. Finalmente se hace una breve discusión de la aptitud agrícola y problemas de estos suelos. El informe contiene dos planchas con 9 perfiles esquemáticos, que son descriptos sumariamente. (Véase mapa en la página siguiente.)

## Informe preliminar sobre los suelos de Misiones

*(Comunicación)*

JUAN PAPADAKIS

Basado sobre un viaje en la provincia de casi todos los integrantes de la Línea de Geografía del Instituto de Suelos y Agrotecnia, sobre la información acumulada por dicho Instituto, y otros antecedentes, el autor considera que toda la provincia forma una sola "región de suelos" ("Misionera"), de la cual estudia las características pedogenéticas (clima, fisiografía, material originario) y distribución de suelos. El suelo dominante es la "tierra colorada", que considera como intergrado 8.22/9.52 (reddish brown latosol/laterítico de región sin estación seca), más cerca del primero que del segundo. Además hay suelos del mismo gran grupo formados a partir de arenisca ("tierra colorada arenosa"); suelos jóvenes que

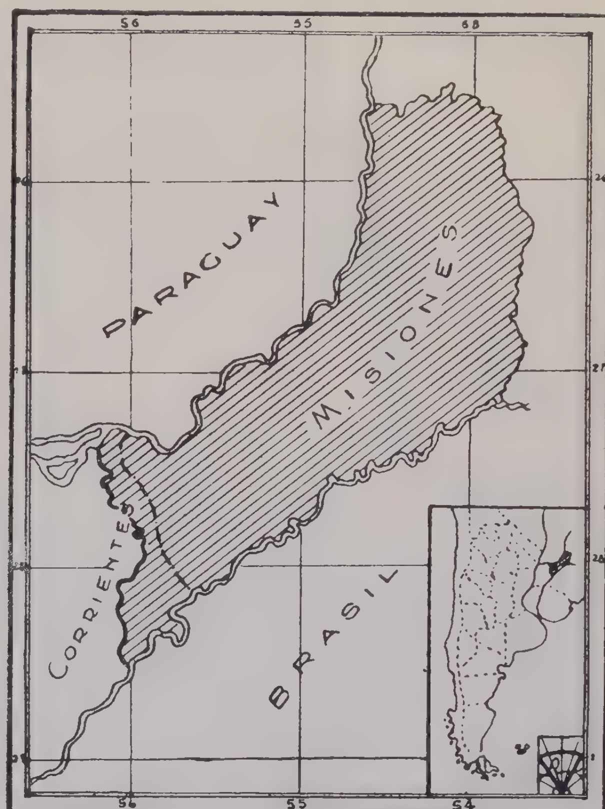
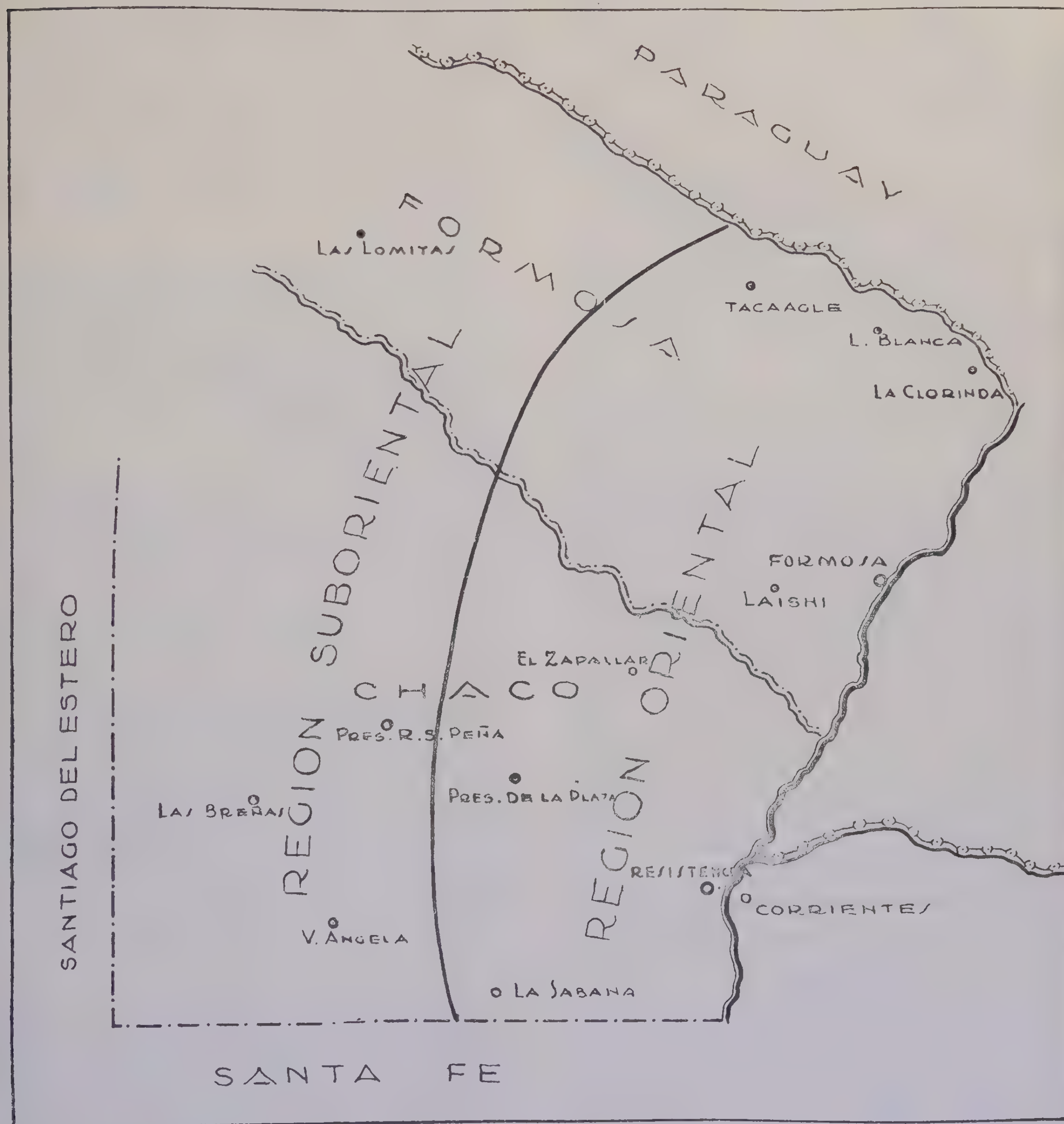



FIG. 1. — Región de suelos "Misiones" Latitud 26-28; temperatura media anual 21,1 y lluvia anual 1603 mm (en Posadas), sin estación seca. Véase índices pedogénicos de clima y otras condiciones en el texto (párrafo 3 del informe completo).




MAPA DE LAS REGIONES DE SUELOS DE LA PROVINCIA DE CORRIENTES. Los límites de las regiones de "Suelos Neutros" y "Ácidos" se trazaron solamente para fijar las ideas, y serán revisados tan pronto tengamos mejor información; es posible que haya manchas de suelos ácidos dentro de la primera y manchas de suelos neutros dentro de la segunda; es muy probable que la región de los suelos neutros se extienda hacia el oeste, llegando hasta la capital; y que la región de los suelos ácidos se extienda al este; como la diferencia entre las dos regiones es, en gran parte, de naturaleza geológica, es natural que los límites sean muy intrincados, habiendo manchas de una dentro de la otra. La temperatura media varía en la Provincia entre 19,5° y 21° y las lluvias entre 1.000 y 1.700 milímetros; los índices pedogénicos están dados en el texto del informe completo.

evolucionan hacia 8.22 ("tierra colorada inmatura"); y suelos hidromórficos ("ñaú"), que clasifica como 3.12 ("ñaú negro incipiente"), 8.13/9.3 ("ñaú negro maduro") y 8.12/9.13 ("ñaú pardo maduro"). Finalmente se hace una breve discusión de la aptitud agrícola y problemas de fertilidad de estos suelos. El informe contiene un esquema de la distribución topográfica de estos suelos, y una plancha con 7 perfiles esquemáticos que son descriptos sumariamente.




REGIONES DE SUELO DE CHACO Y FORMOSA ORIENTALES (Región algodonera). Como límite de las regiones se tomó el índice de lavado máximo (Lm) 450, el cual coincide con el isohieta anual de 940 mm en el norte de Formosa y 910 mm en el sur del Chaco; esta línea se trazó en base al mapa pluviométrico del Servicio Meteorológico Nacional de la serie 1913-1937, pero debe ser revisado según el mapa de la serie 1921-1950, tan pronto esté disponible.

## Informe preliminar sobre los suelos de la parte oriental de Chaco y Formosa (región algodonera)

*(Comunicación)*

JUAN PAPADAKIS

Basándose sobre un viaje en la región, de casi todos los integrantes de la Línea de Geografía del Instituto de Suelos y Agrotecnia, sobre la información acumulada por dicho Instituto, y otros antecedentes, el autor divide esta parte en dos ''regiones de suelos'': ''Oriental'' y ''Suboriental''. De cada región se discute el clima, geomorfología, materiales originarios y distribución de suelos. En la ''Oriental'' dominan suelos del suborden 7.1 (hidromórficos, o casi, con horizonte superficial gris claro que se hace duro al secarse, y B textural bien definido); con las clasificaciones anteriores corresponden, más o menos, a claypan planosoles; algunos son alcalinos (solonetz); hay también suelos del grupo 2.22 (grumusoles con horizonte superficial oscuro, son los suelos negros de las regiones cálidas); y en partes bien drenadas, suelos 7.45 (los dominantes de la región siguiente). En la región Suboriental hay suelos del gr. gr. 7.45 (rojizos poco lavados no muy ácidos, que se acercan a los ''non calcic brown''); algunos son alcalinos 7.42 (solonetz); hay además muchos suelos hidromórficos, como los descriptos en la región anterior. Finalmente se anota la presencia de suelos con microrelieve ''gilgai'', y se discute brevemente la aptitud agrícola y problemas de estos suelos. El informe incluye un mapa y dos planchas con 8 perfiles esquemáticos, que son sumariamente descriptos. (Véase mapa en la página anterior.)

## Las principales regiones geoedafológicas de la provincia de Buenos Aires

*(Trabajo)*

DINO A. CAPPANNINI y OSCAR DOMÍNGUEZ

Si se analiza, sobre un mapa o carta, la distribución de los suelos de un determinado territorio generalmente es posible agruparlos en regiones que participan de un conjunto de condiciones geográficas fundamentales, entre las cuales casi siempre sobresalen, por su importancia, las de carácter geomorfológico.

En efecto, siempre, en cada región edáfica es posible establecer, en mayor o en menor grado, la relación existente entre sus suelos y su geomorfología, comprendiendo en ésta los aspectos puramente geológicos, los morfológicos, estratigráficos, tectónicos, sedimentológicos, etc.; es decir, todo aquello que interviene en lo que constituye la historia de la evolución de las formas de la región.

A menudo, la consideración previa de los elementos geográficos mencionados facilita la correcta interpretación de los suelos de cada región edáfica, ayudando a establecer su génesis, estado de desarrollo, edad y, en ciertos casos, hasta su clasificación taxonómica.

En tal sentido, el territorio de la provincia de Buenos Aires constituye un típico ejemplo. Si bien aparentemente su superficie aparece como una llanura homogénea ofrece, ante una observación detenida, un cúmulo de detalles o accidentes derivados de su historia geológica que tienen marcada influencia sobre las condiciones y distribución de sus suelos.

El presente mapa trata de representar la relación existente entre el suelo y esos caracteres geológicos y morfológicos, razón por la cual, a los ambientes diferenciados se les aplicó el nombre de geoedafológicos.

Mediante la aplicación del criterio mencionado, en la provincia de Buenos Aires se reconoció la presencia de los catorce ambientes geoedafológicos principales que se detallan a continuación, cada uno de ellos definido con la base de los caracteres geomorfológicos y edáficos dominantes, entre los cuales: el material originario, ambiente de sedimentación, relación con las redes hidrográficas actuales o antiguas, presencia de lozas calcáreas a determinada profundidad del perfil, calidad del drenaje, vegetación, etc.

### A. SUELOS DE LA LLANURA ALTA.

I. Suelos desarrollados sobre loess y limos pampianos y con vegetación de gramíneas representadas por pastos tiernos. Tanto el loess como el limo son de color pardo-rojizo y contienen carbonato de calcio a diferentes profundidades, ya en forma de concreciones o formando pequeños bancos, más o menos extendidos. Recorre la superficie una red de drenaje de tipo dendrítico, densa. Son suelos profundos, bien evolucionados, con horizontes de-

finidos y ricos en materia orgánica, la cual oscila entre 2 y 4 %, aumentando del oeste hacia el este.

*a*) *Sector de la pampa ondulada* donde, en relación con una morfología marcadamente ondulada (fruto de un ascenso diferencial de todo ese bloque más marcado que en el resto) y sin problemas de drenaje, se ha podido desarrollar el suelo zonal de Pradera correspondiente.

*b*) *Sector de la pampa baja* donde, en relación con una morfología cada vez más chata y deprimida (correspondiendo en profundidad con una serie de bloques escalonados, sucesivamente más profundos de W a E) a los caracteres zonales se van imponiendo paulatinamente los intrazonales, comenzando con una tendencia planosólica y llegando a dominar, al este, mediante suelos de neto carácter hidropédico.

II. Suelos desarrollados sobre loess y limos pampianos, ambos de color pardo-rojizo, con relieve llano y vegetación de gramíneas, representadas por pastos duros y ralos. Son suelos poco profundos debido a la presencia de una loza calcárea que se encuentra entre los 30 y 50 centímetros de profundidad y, en algunas zonas, aflorando.

*a*) *Sector interserrano* que, a pesar de su altura absoluta apreciable, se comporta como área deprimida, por lo que el suelo zonal se ve modificado por el drenaje impedido, salvo en su borde atlántico recorrido por numerosos cursos de corta trayectoria.

*b*) Áreas incluídas dentro del sector anterior, donde el mal drenaje da lugar a la formación de pantanos, en gran parte salitrosos.

*c*) *Sector subventánico* con suelos menos evolucionados y más pobres en materia orgánica, desarrollados bajo condiciones de clima árido, de transición hacia el patagónico.

III. Suelos desarrollados sobre loess y limos pampianos pardo-rojizos, dentro de un sector deprimido de la llanura pampeana recorrido por numerosas corrientes provenientes del sistema de sierras de Tandilia y caracterizado por la presencia de un enjambre de pequeñas lagunas, restos de antiguos cauces hoy parcialmente destruídos.

*a*) Zonas donde dominan suelos decapitados y/o enterrados, poco profundos y con la loza calcárea a menos de 50 centímetros de profundidad.

*b*) Suelos más profundos, con loza calcárea entre 1 y 1,50 m debido a la acumulación de los materiales recientes, provenientes de Tandilia.

IV. Suelos desarrollados sobre limos y loess pampianos, en la zona morfológica de transición entre la baja y alta terraza (escalón). Por ello, estos suelos reflejan a veces las condiciones correspondientes a la terraza alta y otras, los fenómenos debidos a la influencia de la terraza baja. En el primer caso, el perfil corresponde generalmente a un suelo decapitado, evolucionado sobre limo pampiano mientras que, en el segundo, sobre el limo pampiano se acumulan materiales modernos, estratificados y de variada litología: arenosos, arcillosos, conchíferos, orgánicos, etc.

V. Suelos desarrollados predominantemente sobre arenas puras al oeste y que, hacia el este, se van haciendo un tanto loéssicas. Relieve llano con ondulaciones correspondientes a los médanos. No se observa red de drenaje debido a que las aguas se insumen en el lugar, dentro de los depósitos arenosos; sólo existen numerosas cuencas y lagunas aisladas.

*a*) Sector donde la arena da lugar a una morfología fuertemente ondulada, formada por acumulaciones medanosas superpuestas y de distinta edad.

*b*) Sector donde la arena se extiende en forma de un manto que se va adelgazando y haciéndose algo loéssico hacia el este.

*c*) Áreas incluídas en el sector anterior donde, sobre las ondulaciones arenosas, predominan ya afloramientos del pampiano subyacente o ya acumulaciones de limos recientes sobrepuestos sobre las arenas, dentro de cuencas lacustres.

VI. Suelos desarrollados sobre las arenas puras de las dunas costeras atlánticas.

VII. Suelos sobre rodados más o menos cementados por calcáreo y generalmente cubiertos por una delgada capa de arena fina, gris clara, de tipo patagónico. Vegetación arbustiva y de pastos duros, muy ralos. Son suelos poco profundos y poco evolucionados, de carácter semidesértico.

VIII. Suelos sobre los sedimentos lacustres de la depresión diagonal de la provincia de Buenos Aires. Son suelos intrazonales salinos y/o alcalinos.

IX. Suelos de las depresiones cerradas; intrazonales salinos y/o alcalinos.

B. Suelos de la llanura baja.

X. *Zona costera.*

*a*) Suelos sobre los cordones costeros, formados sobre los depósitos dejados por el mar en su retroceso: conchillas y arenas principalmente. Se ex-

tienden a lo largo de una extensa y, a veces, angosta faja que, en forma más o menos evidente, se hace presente desde el río Matanzas hasta poco más al sur del borde meridional de la ensenada de Samborombón.

*b*) Suelos formados sobre las arcillas y arenas de los "cangrejales", situados entre los cordones mencionados y el borde marino.

*c*) Suelos sobre las arenas y arcillas marinas acumuladas en las zonas bajas e inundables situadas entre los cordones y el borde oriental del escalón de transición entre la baja y la alta terraza.

XI. *Lechos de los ríos*: incluyen un conjunto variado de suelos de carácter ya hidropédico, ya aluvial o calcáreo, de acuerdo con el material originario y el lugar que ocupan.

XII. *Deltas de los ríos*: suelos desarrollados sobre las arenas, limos y arcillas fluviales. Pueden separarse en:

*a*) los desarrollados sobre los albardones y llanos aluvionales más o menos elevados;

*b*) los desarrollados dentro de los bañados y depresiones; son de carácter netamente hidropédico.

C. SUELOS DE LAS REGIONES SERRANAS.

XIII. Suelos desarrollados sobre rocas consolidadas: granitos, cuarcitas, esquistos, calizas, areniscas, etc.; en gran parte esqueléticos.

XIV. Suelos desarrollados sobre los depósitos eólicos (loess y arenas) y sobre las acumulaciones de faldeo.

## Informe preliminar sobre los suelos de la provincia de Buenos Aires

(*Comunicación*)

JUAN PAPADAKIS

Basado sobre dos viajes por la provincia, con el Dr. ETCHEVEHERE y el Ing. CALCAGNO, sobre el Mapa Geoedafológico de la provincia que preparan CAPPANNINI y DOMÍNGUEZ, sobre la información abundante acumulada por el Instituto de Suelos y Agrotecnia, y otros antecedentes, el autor divide la provincia en 23 "regiones de suelos" y estudia la pedogénesis y distribución de suelos en cada una de ellas. La distribución se puede resumir en el cuadro adjunto. (Véase pág. 163.)

Además del mapa de las "regiones de suelos", el informe contiene otros tres (climático, de relieve y drenaje, y de materiales originarios), un cuadro climático, y 18 planchas con 83 perfiles esquemáticos de suelos, que están sumariamente descriptos; y se discute brevemente la aptitud agrícola y problemas de estos suelos.

## Descripción de un perfil típico de suelos de los alrededores de Paraná, provincia de Entre Ríos

(*Trabajo*)

ARTURO SCARTASCINI

En el presente trabajo se dan a conocer las características de los distintos horizontes de un perfil típico de suelos de la zona próxima a la ciudad de Paraná (Entre Ríos). Se señalan los espesores, texturas y estructuras. Se da a conocer la composición granulométrica de los distintos sedimentos. Los mismos datos se suministran con respecto a la roca madre.

Se agrega al trabajo, el resultado de las observaciones al microscopio, de la fracción de granos de diámetros superiores a 53 micrones (retenidos por el tamiz TYLER 270).

Como introducción se señalan los principales rasgos geológicos de la zona mencionada.

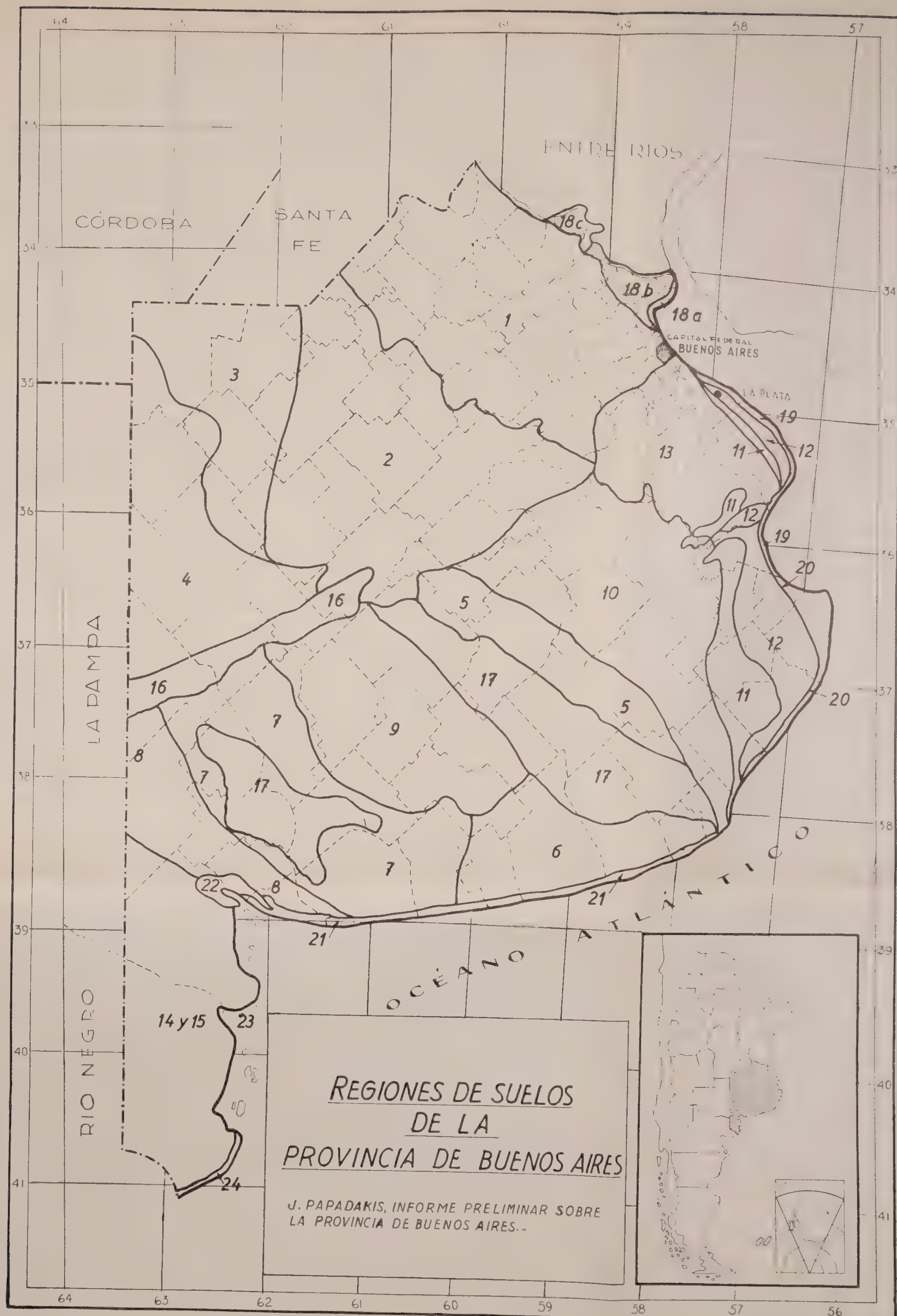
## Reconocimiento para conservación del suelo en la Estación Experimental Agropecuaria de Loreto (Misiones)

(*Comunicación*)

CASIANO V. QUEVEDO y CARLOS A. BELLÓN

Basándose en la metodología del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos de Norte América, con las modificaciones impuestas por el medio, se llevó a cabo el relevamiento de 175 hectáreas en la Estación Experimental Agropecuaria de Loreto (Misiones).

El reconocimiento realizado contempló la determinación de pendientes, profundidad de suelo, gra-




VÉANSE LOS SUELOS DE CADA REGIÓN EN EL CUADRO DE LA PAGINA 163.

## SUELOS DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

*(Los suelos dominantes en cada región van con negrita)*

| Región de suelos | Suelos altos | Suelos semi-altos | Suelos bajos |
|---|---|---|---|
| *A*. Regiones loéssico-arenosas con drenaje más o menos bueno. | | | |
| *1*. Pampa ondulada S. Lorenzo-Buenos Aires | **5.53** | 5.53/5.3 | 5.21; 7.11/7.16; 5.31 |
| *2*. Pampa arenosa Lincoln-Bolívar | **5.5** (5.52; 5.53) | 5.53/5.3 | 5.52/5.21; 5.31; 7.11/7.16 |
| *3*. Pampa arenosa Gen. Pinto-C. Tejedor | **5.62**; 5.62/5.63 | — | 5.21; 5.22 |
| *4*. Pampa medanosa Rivadavia-C. Pellegrini | **5.62**; 1.43 | — | 5.31; 4.13; 5.32; 5.35; 5.33; 5.21 |
| *B*. Regiones con tosca y drenaje más o menos bueno. | | | |
| *5*. Pampa con tosca y con ligera pendiente de Azul, etc. | — | **5.52/5.32** | 5.32 |
| *6*. Pampa con tosca y con ligera pendiente Necochea-Gen. Alvarado | 5.5 (5.52; 5.53) | 5.53/5.32; 5.53/5.21; 5.21/5.22 | 5.32; 5.35 |
| *7*. Pampa con tosca y con ligera pendiente Tres Arroyos-Cnl. Suárez | **5.65**; 5.1; 5.5 | 5.53/5.32 | 5.32; 5.35; 5.31; 5.22; 5.1/5.32 |
| *8*. Pampa con tosca de Darregueira, etc. | **5.65**; 5.62 | 5.62/5.31 | 5.31; 5.32; 5.33; 5.35; 5.34 |
| *C*. Depresiones. | | | |
| *9*. Depresión de Laprida | — | 5.32/5.53 | **5.3** (5.32; 5.35; 5.31) |
| *10*. Depresión central Las Flores-Cnl. Vidal | — | — | **5.3** (5.32; 5.35; 5.31) |
| *11*. Depresión intermedia Dolores-Maipú | — | — | **5.3** |
| *12*. Depresión costera Gen. Conesa-Madariaga | — | — | **5.3** (5.32; 5.35; 5.31) |
| *13*. Pampa baja Buenos Aires-Samborombón | — | 5.53/5.3 | 5.21; 5.32; 5.35; 7.11; 7.16; 5.31 |
| *D*. Regiones del rincón S.W. | | | |
| *14*. Médanos de Patagones-Villarino | **1.3**; 5.62 | — | 5.31; 4.13; 5.32; 5.35; 5.33 |
| *15*. Rodados Tehuelches de Patagones-Villarino | **4.1**; 5.62 | — | — |
| *E*. Regiones misceláneas. | | | |
| *16*. Depresión diagonal Guaminí-Carhué | — | 5.62/5.31 | **5.3** (5.31; 5.32; 5.35; 5.34; 5.33); 4.13 |
| *17*. Serrana (Tandilia y Ventania) | **5.5** (5.52; 5.53); 5.1 | 5.53/5.32 | 5.32; 5.31; 5.32; 5.35 |
| *18*. Delta del Paraná | — | — | 3.12; 7.1?; 8.1?; 1.13; 1.14 |
| *19*. Cangrejales | — | — | **5.3** |
| *20*. Cordones de conchillas | — | **5.1**; 5.5 | **5.3** |
| *21*. Dunas de la costa sur de Mar del Plata-Bahía Blanca | **5.62**; 5.52 | — | 5.31 |
| *22*. Costera de Bahía Blanca | — | — | **4.1**; 1.1; 3.1; 5.3 |
| *23*. Delta del río Colorado | — | — | 1.1; 4.1; 3.1; 5.3 |

**Explicación de los números:**

Indican la clasificación según la 6ª aproximación americana (1958). La correspondencia con la nomenclatura habitual (correspondencia que rige solamente para el caso de estos suelos y es siempre relativa), es la siguiente: **1.1** (aluvial hidromórfico, en el cual no se formó todavía un $A_1$ negro); **1.13** (el mismo muy anegadizo); **1.14** (el mismo menos anegadizo); **1.3** (regosol de clima más bien árido); **1.43** (regosol de clima más bien húmedo); **3.12** (aluvial hidromórfico con $A_1$ negro, sin otra diferenciación de horizontes); **4.1** (desértico sin horizonte "argíllico"); **4.13** (salino); **5.1** (rendzina); **5.21** (planosol con $A_1$ bien negro, etc. (chernozémico); **5.22** (solonetz con $A_1$ bien negro, etc. (chernozémico); **5.3** (humic glei); **5.31** (el mismo sin diferenciación de horizontes excepto la formación de un $A_1$ bien negro (chernozémico); **5.32** (el mismo con horizonte "argíllico"); **5.33** (el mismo con horizonte "cálcico"; **5.34** (el mismo con "duripan"); **5.35** (el mismo con horizonte nátrico (solonetz); **5.5** ("prairie", llamados también "brunizems"); **5.52** (los mismos sin horizonte "argíllico"); **5.53** (los mismos con horizonte "argíllico"); **5.6** (pedocal con $A_1$ bien negro, etc. (chernozémico); **5.62** (el mismo sin horizonte "argíllico", incluye "parachernozems" de Kubiena); **5.63** (el mismo con horizonte "argíllico"); **5.65** (el mismo con horizonte "cálcico"); **7.1** (hidromórfico con horizonte "argíllico" no muy ácido y $A_1$ gris claro y duro cuando seco (no chernozémico); **7.11** (el mismo con límite abrupto entre $A_1$ y "argíllico", incluye los "claypan" planosoles); **7.16** (el mismo con horizonte nátrico (solonetz); **8.1** (hidromórficos con horizonte "argíllico" muy ácido). Véase en la 6ª aproximación la definición exacta de cada carácter y cada unidad de clasificación. Dos números separados con barra indican "intergrado" entre los dos; pero los intergrados entre suelos de la misma casilla no se indican, puesto que su existencia es obvia.

do y tipo de erosión así como distintos factores que pueden afectar el uso del suelo.

El aspecto edafológico puro, no fue estudiado, pues existían antecedentes en el Instituto de Suelos y Agrotecnia que permitieron establecer tres suelos, dos de ellos similares "tierra colorada inmadura" y "tierra colorada madura" y el ñaú, con características bien distintas.

La falta de mapa base apropiado para el trabajo de campo, exigió la realización de un reconocimiento previo y la preparación de un croquis sobre el que se asentaron más tarde los datos obtenidos.

Para el reconocimiento, se utilizó el sistema de cuadrículas ajustadas al relieve y la vegetación existentes, trazando líneas de trabajo a 100 metros y abriendo las "picadas" necesarias en el bosque o "capueras" para facilitar la labor. Las determinaciones sobre la línea se realizaron a 25 ó 50 metros, anotando, pendiente, erosión, drenaje, impedimentos y cualquier otro signo significativo para el uso del suelo.

Dichas observaciones, fueron agrupadas en forma de quebrados a saber:

*Numerador*: profundidad del suelo en centímetros (suelo y subsuelo) seguidos en los casos necesarios de un símbolo que indica la presencia de impedimentos (piedras, tosca, bañado, etc.).

*Denominador*: en primer lugar la pendiente máxima expresada en % y separado por un guión la gravedad de la erosión con la escala de ligera, moderada, severa y grave.

La fórmula podría adquirir el siguiente aspecto $\frac{80 - P}{15 - S}$ que significaría: Suelo de 80 centímetros de profundidad con piedras grandes en superficie, pendiente máxima en el lugar 15 % y erosión de carácter severo.

Ubicadas todas las fórmulas en el croquis se realizó el estudio de las mismas agrupándolas de acuerdo al balance que establecía su aptitud y clase.

De acuerdo con esas características, que se ajustan a las 8 clases de tierra fijadas por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos de Norte América, se delimitaron las distintas áreas con características similares.

Para facilitar el uso del mapa de clases de tierra, se ha complementado el trabajo con otros de erosión y pendiente o relieve, así como el de reconocimiento, ubicación del área, etc., formando un conjunto de 8 mapas.

El trabajo termina describiendo tales clases de tierra y recomendando el mejor uso de las mismas, exponiendo además en otros capítulos, la descripción del área, el método de trabajo empleado y conclusiones de fondo.

## Suelos de la Patagonia y sus aptitudes para el riego

(*Trabajo*)

Iván Bandura

Las condiciones de un clima árido y semiárido de la Patagonia donde escasea la humedad y es relativamente muy grande la evaporación hace que la vegetación sea pobre; disminuyendo asimismo las fuentes de humus. Los vientos casi continuos y fuertes, desparraman los restos de las plantas y por otro lado, se produce un lavamiento reducido de los suelos, los que se forman sobre los subsuelos salados. Teniendo en cuenta la gran variedad de estos últimos afectados por los sedimentos salados, se forma la gran variedad de suelos, que son específicos para este clima.

Para la práctica, los suelos de la Patagonia, los dividimos en los tres siguientes grupos geomorfológicos:

*a*) Los suelos de la altiplanicie, donde la napa freática no tiene influencia sobre la formación de los mismos.

*b*) Los suelos de los valles de ríos, donde la napa freática influye su formación.

*c*) Los suelos de montañas y los bolsones montañosos.

### A) Suelos de la altiplanicie.

1) *Suelos castaños* (Chestnut).
   1. Suelos castaños sobre sedimentos continentales limosos, arenosos y conglomerados.

2) *Suelos pardos*.
   2. Suelos pardos obscuros, pardos y pardos rojizos de estepas débilmente áridas, sobre sedimentos cuaternarios, limosos, arenosos y conglomerados.

3) *Suelos grises* (Sierozem).
   3. Suelos grises de estepas áridas y semiáridas, sobre aluviones terrazados con rodados en parte cementados con cal.

REPUBLICA ARGENTINA

MINISTERIO DE INDUSTRIA DE LA NACION

AGUA Y ENERGIA ELECTRICA

(E.N.D.E.)

# MAPA DE LOS SUELOS DE LA PATAGONIA

POR EL PROF. EDAFOLOGO – IVAN BANDURA

1955

ESCALA 1:5.000.000

50 0 50 100 150 200

RIO NEGRO

VIEDMA

CHUBUT

RAWSON

ZONA MILITAR

C. RIVADAVIA

Pto DESEADO

SANTA CRUZ

GALLEGOS

TIERRA DEL FUEGO

USHUAIA

ISLAS MALVINAS (Arg)

OCEANO ATLANTICO

Rio Colorado

Rio Negro

Rio Chubut

Rio Deseado

Rio Santa Cruz

Rio Gallegos

Lago Nahuel Huapi

Lago Carrilauquen

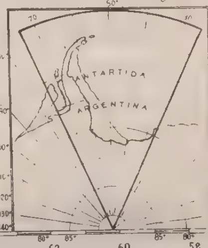
Lago Futalaufquen

Lago Fontana

Lago San Martin

Lago Viedma

Lago Argentino




## — REFERENCIAS —

1. *Suelos castaños con inclusion de: pardos obscuros, pardos y pardo rojizos, sobre sedimentos continentales limosos, arenosos y conglomerados.–*
2. *Suelos grises (sierozem) de estepas áridas y semiáridas sobre aluviones terrazados con rodados en parte cementados con cal.–*
3. *Suelos forestales de las montañas a) podsolicos b) gris pardo c) suelos de bosques y arbustos xerofitos de las montañas sobre morenas, rodados y aluviones terrazadas.–*
4. *Suelos de la región montañosa alta, complejos sobre morenas y otros sedimentos glaciales [illegible]ternarios).–*
5. *Suelos aluviales de los valles de rios a) suelos de pradera b) suelos salinos y alcalinos sobre aluviones pos glaciales.–*
6. *Suelos salinos (Solonchak) y suelos alcalinos (Solonetz) sobre sedimentos aluviones limosos y arcillosos.*
7. *Suelos esqueléticos de las llanuras sobre rodados, arenas y sedimentos marinos del Patagónico.–*
8. *Sedimentos arenosos, conchillas y rodados calcáreos de la ingresión marina.–*
9. *Arenas eólicas actuales.–*
10. *Turberas.–*

4) *Suelos salinos y alcalinos* (o solonchak y solonetz).
   4. *Solonchak* (Alto contenido de sales solubles).
      *a*) Solonchak blanco.
      *b*) ,, esponjoso y mojado.
      *c*) ,, negro.

5) *Solonetz* (Contenido moderado de sales solubles).
   *a*) Solonetz con estructura prismática y con distintos espesores de los horizontes eluviales.
   *b*) Solonetz degradado o solot.

6) *Sedimentos aluviales y eólicos.*
   *a*) Suelos esqueléticos.
   *b*) Sedimentos eólicos, médanos y dunas.
   *c*) Sedimentos aluviales y fluviales.

### B) Suelos de los valles de ríos

Además de la clasificación anteriormente nombrada, en los valles se encuentran:

1) *Suelos aluviales de los valles de ríos.*
   *a*) Suelo de pradera poco humífero.
   *b*) Suelo de pradera medianamente humífero.
   *c*) Suelo de pradera muy humífero.

2) *Sedimentos fluviales, aluviales y eólicos.*

### C) Los suelos de montañas y bolsones montañosos.

1) *Suelos forestales de montañas y bolsones.*
   *a*) Podzólicos (suelos cenicientos).
   *b*) Gris pardos de bosques.
   *c*) Suelo gris de bosques y arbustos xerófitos.
   *d*) Suelos esqueléticos.

2) *Suelos de bolsones y de valles de ríos.*
   *a*) Suelos castaños.
   *b*) Suelos pardos.
   *c*) Suelos de praderas.

3) *Suelos de la región montañosa alta, compleja.*
   *a*) Suelos de praderas montañosas.
   *b*) Suelos semiturbosos (o pradero-turbosos).
   *c*) Suelos esqueléticos.

Existen algunos bosquejos de los mapas de Patagonia (Vilensky, Marbut, Kuhn) confeccionados a mucha distancia del lugar de referencia, en muy pequeñas escalas (unos 20.000.000), que no tienen valor práctico. Vilensky dividió la llanura de la Patagonia en tres grupos sin mencionar los suelos sierozem, que ocupan la mayor parte de la llanura. Sobre suelos pardos él escribió: "Que es una lástima que no tengamos ninguna descripción y por eso debemos agruparlos con los suelos castaños".

Los suelos de las zonas de riego no son todos aptos para recibir el mismo. Por eso, basándonos en las características de los suelos, subsuelos, de la capa freática, etc., podemos dividirlos en los siguientes grupos:

| *Aptitud para el riego* | *Característica de los suelos* |
|---|---|
| Terrenos aptos | 1. Suelos castaños. 2. Suelos grises del valle y de la altiplanicie. 3. Suelos de pradera. |
| Terrenos medianamente aptos | 1. Suelos salinos con salitre blanco. 2. Arena poco humífera, los subsuelos tienen capas limosas. |
| Terrenos corregidos con abonos químicos. Aptitud condicionada a la ejecución de desagües. | 1. Suelos alcalinos (solonetz). 2. Solonchak mojado y esponjoso. La napa próxima a la superficie, con drenaje posible. |
| Terrenos inundables aptos para los cultivos sin riego. | 1. Suelos de pradera y sedimentos fluviales aptos para cultivos sin riego; inepto para frutales. |
| Terrenos ineptos. | 1. Terrenos rocosos, desnudos, pantanosos, médanos, áreas pedregosas. Solonchak mojado y negro sin drenaje posible. |

Con respecto a la ineptitud hay muchos ejemplos típicos en las distintas partes de la Patagonia (Río Negro, Chubut, La Pampa, etc.). En varias partes de los valles, sobre los salitrales, el pelo de la capa freática se encuentra más bajo que el pelo del agua del río, impidiéndose por dicha causa el drenaje, que motiva a su vez la formación de los salitrales.

Para luchar contra la salinización en las zonas de riego, se pueden recomendar los siguientes métodos:

*a*) Disminuir la evaporación cargando el nivel de la capa por medio de efectivos drenajes.

*b*) Cubrir la superficie del suelo con un tapiz herbáceo y sembrar posteriormente alfalfa.

*c*) Rastrear el suelo para conseguir una estructura granular, superficial que evita la evaporación y consiguiente salinización.

*d*) Nivelar sistemáticamente la superficie a regar.

*e*) Emplear abonos especiales (yeso, azufre, sulfato de amoníaco, etc.).

*f*) Regular el lavado total de las sales solubles, dando la cantidad de agua suficiente sobre todo en los lugares de manchones salinos.

*g*) En otoño e invierno, cuando la evaporación es menos intensa se lavarán las sales en esos manchones.

Para el mejoramiento de los suelos se pueden aplicar los siguientes métodos:

1) Usar la materia orgánica verde y fresca. 2) Usar estiércol. 3) Usar los abonos minerales. 4) Aplicar siembras rotativas, etc.

Especialmente para suelos salinos y alcalinos, según las experiencias y la práctica se puede recomendar el yeso crudo con los siguientes promedios por hectárea en toneladas:

*a*) Suelos salinos (Solonchak) de 10 a 20 t.
*b*) Suelos salinos Solonetz prismat. de 8 a 10 t.
*c*) Suelos salinos Solonetz columnar de 5 a 8 t.
*d*) Suelos salobres de 3 a 5 t.

El método del mejoramiento se aplica conjuntamente con el de riego y drenaje que lava las sales solubles y elimina las mismas por los canales de desagües.

En las zonas nombradas además de métodos agrotécnicos, es necesario establecer cortinas forestales las cuales tienen mucha importancia para los cultivos. Ellas deben ser:

*a*) Altas; *b*) impenetrables al viento; *c*) composición de las clases de árboles que deben corresponder a los tipos de suelos; *d*) componer la mejor formación de las cortinas para tener un buen crecimiento, etc. Para zonas con riego se pueden recomendar los siguientes esquemas de cortinas:

*a*) para altiplanicie, séxtuple sobre suelos grises; *b*) en los valles de ríos, triple y cuádruple con los árboles que se encuentran especialmente en estas zonas a saber:

1. Álamo híbrido (*Populus*).
2. Eucalipto (*Eucalyptus globulus*).
3. Gleditsia (*Gleditsia triacanthos*).
4. Acacia (*Robinia pseudoacacia*).
5. Algarrobo (*Prosopis alba* Griseb.).
6. Chañar (*Gourleia decorticans*).
7. Piquillín (*Condalia lineata*).
8. Tamarisco (*Tamarix gallica*).

Con estos ejemplos damos por terminada la breve reseña sobre suelos de la Patagonia y sus aptitudes para el riego.

## La influencia del embalse "El Nihuil" en la salinidad de sus aguas y en los regadíos

L. P. F. de Guiraut

La autora no envió resumen.

## Estudio agrológico con fines de riego de la zona de influencia del Canal de Santiago del Estero (provincias de Salta y Santiago del Estero)

(*Trabajo*)

Ricardo E. Wydler

El canal de Santiago del Estero de una extensión aproximada de 1.100 km atravesará tres provincias: Salta, Santiago del Estero y Santa Fe, previéndose su influencia para riego en una franja de 60 km de ancho en las dos primeras provincias. Su traza de rumbo norte-sur atraviesa a la República por su centro permitiendo que las provincias de Salta y Santiago del Estero lleguen al litoral por una vía directa y económica. La zona de influencia del canal en las provincias de Salta y Santiago del Estero, abarca las partes más abandonadas, por carecer de agua potable, vías de comunicación y de lluvias suficientes para mantener un sistema de cultivos explotable comercialmente.

### Climatología.

En las regiones de influencia del canal de Santiago del Estero en las provincias de Salta y Santiago del Estero, las variaciones térmicas no son muy pronunciadas pero las precipitaciones van aumentando de norte a sur haciéndose notorio este aumento en la parte sur de Santiago del Estero. En cuanto a la zona de influencia del canal en la provincia de Santa Fe, la función del mismo no ha de ser para riego, pues las condiciones naturales no lo hacen necesario.

La región que atravesará el canal ha sido dividida en 5 zonas ecológicas con características propias, que se ubican según el plano anexo.

Según la clasificación de Thornthwaite la región es de clima semicálido en las provincias de Salta y Santiago del Estero y templada en el extremo

SE de Santiago del Estero y en la provincia de Santa Fe.

En las zonas I y II las lluvias caen en verano (diciembre-enero-febrero), abarcando el 60 % de las precipitaciones totales. En la zona III caen más repartidas a lo largo del año y en verano representan un 45 % del total, siendo el total de lluvias anuales de 600 mm aproximadamente.

En la zona IV el total de lluvias oscila entre 650 y 750 mm. siendo el porcentaje de las lluvias de verano (diciembre-enero-febrero) de un 35 % con respecto a los meses restantes. Ello hace que las necesidades de riego se vean considerablemente disminuidas en el total del año, pues las lluvias de otoño y de fines de primavera, unidas a una temperatura media inferior a la de las zonas anteriores, mantienen casi permanentemente húmedo al suelo.

En cuanto a los registros de evaporación, actualmente no existen datos dignos de tomarse en consideración en las provincias de Salta y Santiago del Estero; únicamente los datos de evaporación obtenidos en la localidad de Rivadavia pueden tomarse, con cierta reserva, como índice de la evaporación en superficies libres para las zonas ecológicas I, y parte de la zona III, registrándose una evaporación media diaria de 4,24 mm.

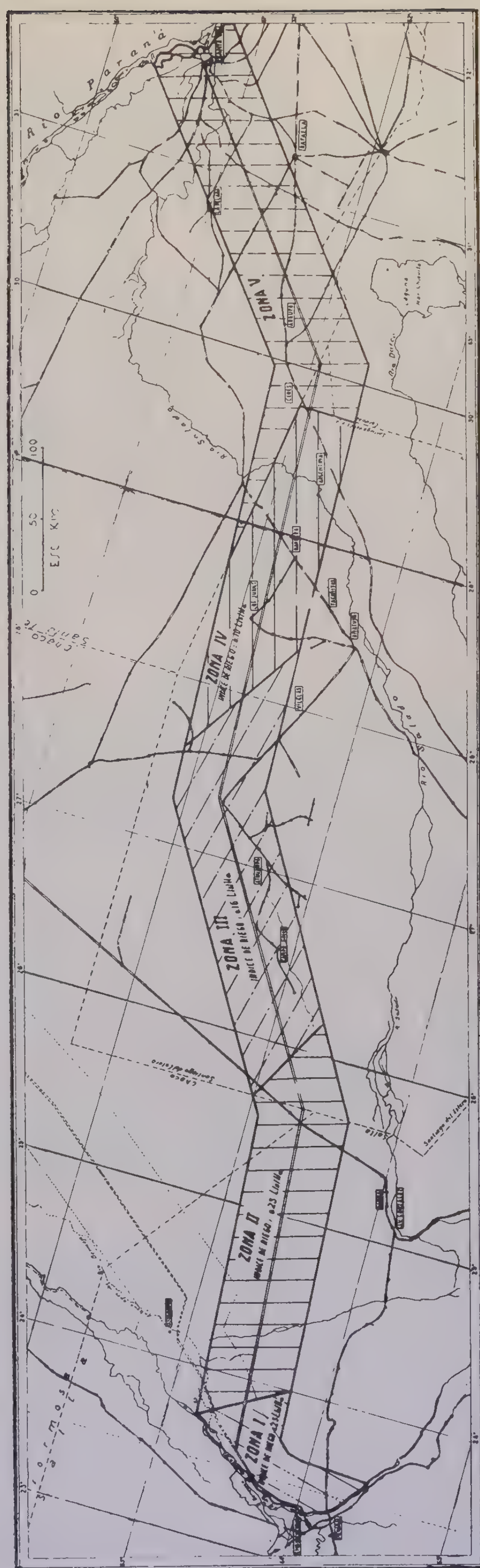
## Cultivos.

Considerando las características ecológicas de las distintas zonas, se ha elaborado un plan de cultivos donde se indican los porcentajes estimativos de cada cultivo sobre el total de la superficie a regar. La unidad económica de riego tendrá como máximo dos o tres de los cultivos previstos, es decir que habrá cultivos básicos (caña, algodón, etc.); de sostén o complementarios (hortalizas, textiles) y *semi-intensivo* (alfalfa, maíz).

De acuerdo a los porcentajes de cultivos previstos a la zona ecológica I le corresponde: caña de azúcar 50 %; algodón 25 %; citrus 5 %; hortalizas 5 %; tabaco 1,5 %; maíz 1,5 % y papa 1 %.

En la zona II en primer orden están la caña de azúcar con 40 % y el algodón con 40 %, siguen las forrajeras con 10 %, oleaginosas 3,5 %, hortalizas 2,5 %, maíz 1,5 % y frutas subtropicales 1,5 %.

La zona III tiene un porcentaje previsto de: algodón 30 %, forrajeras 30 %, frutales 15 %, maíz




DIVISIÓN ECOLÓGICA DE LA ZONA DE INFLUENCIA DEL CANAL DE SANTIAGO DEL ESTERO

6 %, olivo 6 %, tomate y pimiento 5 %, papa 5 %, melón y sandía 1,5 % y ajo y cebolla 1,5 %.

En la zona IV se ha previsto para la alfalfa 40 %, algodón 20 %, frutales 20 %, maíz 6 %, papa 5 %, tomate, pimiento y zapallito 8 %, ajo y cebolla 1,5 %, poroto y garbanzo 1,5 % y melón y sandía 1,5 %.

En la zona V, el régimen de lluvia, el clima templado y demás condiciones naturales hacen que quede esta zona excluída de los planes de riego.

Sin embargo podría intentarse en algunos lugares de suelos bajos y subsuelos arcillosos, el regadío de arroceras pues es bien sabido la importancia actual de este cultivo en las márgenes del Paraná, necesitando grandes dotaciones de agua (aproximadamente 2 l/s/ha), para su evolución favorable y que es regado principalmente por bombeo en esa parte, siendo por ello el costo de producción bastante elevado.

RIEGO. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES DE AGUA.

Basándonos en los datos climáticos y en los porcentajes de los cultivos ecológicamente aptos para la región hemos realizado las planillas de dotaciones mes por mes calculados por el método de BLANEY y CRIDDLE y THORNTHWAITE.

La fórmula de BLANEY y CRIDDLE utilizada corresponde a U. C. = K. F., siendo U. C. el uso consuntivo definido por la cantdad de agua absorbida por una planta para la formación de tejidos, unida al agua evaporada; F es la suma de los doce valores mensuales de uso consuntivo y K un factor de corrección variable de acuerdo al cultivo o tipo de plantas de similares exigencias hídricas. El uso consuntivo igual a la temperatura media mensual multiplicada por el porcentaje de horas de insolación anual.

Para la determinación de las necesidades de agua por el método de THORNTHWAITE se procedió a determinar el índice calórico mensual y anual y luego haciendo uso de los gráficos doble logarítmicos se halló la evapotranspiración mes por mes, de acuerdo a la práctica corriente en dicho método.

Los valores de $m^3$, obtenidos mes por mes que figuran en las planillas de cultivo, han sido calculados teniendo en cuenta las precipitaciones, es decir que dichos valores son las necesidades, excluídas las lluvias que puedan caer en los períodos vegetativos de los cultivos tratados.

Es necesario considerar en todos los casos que los volúmenes fijados para cada una de las zonas ecológicas tienen una variación gradual en sus límites; es decir que el valor medio obtenido en metros cúbicos de agua para riego es el promedio para la zona considerada, dependiendo también (además de las características del cultivo), de la clase de suelos, textura, estructura y composición fisicomecánica sobre el cual se regará.

## Reconocimiento agrogeológico con fines de riego en la zona de influencia de los canales del río Bermejo en la provincia de Salta

(*Trabajo*)

E. A. TAKACS, H. T. MASOTTA y D. H. BUITRAGO

El reconocimiento abarcó la mayor parte del oriente Salteño, al sur del río Bermejo, siendo la finalidad principal la ubicación de los suelos aptos para agricultura bajo riego, para complementar así el "Estudio Agrológico" realizado anteriormente.

I. RASGOS MORFOLÓGICOS Y GEOLÓGICOS.

*Morfología de la región*: Es una llanura suavemente ondulada cuyas cotas máximas y mínimas tomadas entre las Juntas de San Francisco (280,40 m s.n.m.) y 24°30′ de latitud y 62°20′ de longitud (situación geográfica de la cota 180 m s.n.m.). Entre estos dos lugares en línea recta hay una distancia de 225 km y un desnivel de 0,44 ‰. Además los puntos topográficos tomados de poligonales taquimétricas cerradas, efectuada por la Administración General de Y. P. F. referidos al maréografo del Riachuelo para hacer el perfil geoedafológico (A-B-C-D) que está indicado por *raya punto*, en el Plano Esquemático de la distribución de los materiales originarios de los suelos escala: 1: 250.000, nos demuestra que entre el punto A (246,40 m s.n.m.), ubicado a 2.800 m al sur de Pozo Azul y el punto D (220,60 m s.n.m.) situado a 2.200 m al sudeste de El Quirquincho, hay una distancia en línea recta de 77 km 800 m y un desnivel total de 25,80 m o sea de 0,332 ‰.

En esta zona domina el bosque típicamente xerofítico, los campos ascienden hacia el N-NO y la vasta monotonía que demuestra la dilatada planicie,



Oran
JUJUY
Rio Bermejo
Rivadavia
Rio del Valle
Los Barrios
Palermo
nta
CHACO
SANTIAGO DEL ESTERO
REFERENCIAS
Cuaternario Inferior Pampeano Ensenadense Pleistoceno
Cuaternario Superior Postpampeano (Holoceno)
Sedimentos Finos Subacuales
Rellenamiento Moderno
Sedimentos Fluvio Lacustres a Lacustres
Eflorescencias Salinas
Cauces Antiguos
"Peladares"
Madrejones
0 10 20 40
Esc. Km.
PRESIDENCIA DE LA NACION
COMISION NACIONAL DEL RIO BERMEJO
PLANO ESQUEMATICO DE LA DISTRIBUCION DE LOS MATERIALES ORIGINARIOS DE LOS SUELOS EN LA ZONA DE INFLUENCIA DE LOS CANALES DEL RIO BERMEJO EN LA PROVINCIA DE SALTA
RECONOCIMIENTO AGROGEOLOGICO CON FINES DE RIEGO
G 4
FECHA 12 5 59 ESCALA 1 250000
OBSERVACIONES
MODIFICACIONES FECHA

está interrumpida principalmente entre el antiguo cauce del Bermejo o Bermejito y el actual del río Bermejo, por una red de antiguos cauces, cursos de aguas vivos y cañadones que, casi paralelos a los mismos, siguen la suave pendiente hacia el ESE.

*Constitución geológica de la región. Origen y evolución de los suelos*: La composición geológica de la zona investigada está constituída por sedimentos arcillosos, limosos algo arenosos de grano fino, compactados, duros, color rojizo, con nodulitos blancos calcáreos y tosca parda blancuzca blanda y concreciones yesíferas de tamaño regular, impermeables, que corresponden al *piso Ensenadense* (*Pleistoceno*) que en algunos lugares aflora y en otros se hallan cubiertos por *sedimentos finos subactuales* arenosos, algo limosos aluviales y eólicos de color amarillo pardusco a rojizo. También por sedimentos arcillosos arenosos muy finos, de coloración roja intensa por la abundancia de óxidos e hidróxidos de hierro que corresponden al *Cuaternario Superior, Postpampiano* (*Holoceno*), que se hallan recubiertos por sedimentos arenosos finos, arcillosos, algo loéssicos, fluvioeólicos y eólicos de color amarillo-pardusco a rojizo *Sub-actuales* y por sedimentos arenosos muy finos *Recientes*.

Teniendo en cuenta la influencia directa que tienen sobre los suelos y sus variaciones, los diversos factores geológicos, hidrológicos y topográficos, podemos decir que los sedimentos originarios, descartando los sedimentos lacustres, corresponden a varios tipos, que originan distintos suelos: 1º) Sedimentos arenosos algo limosos fluvioeólicos y eólicos de color amarillo pardusco a rojizo. 2º) Sedimentos finos Sub-actuales arenosos algo limosos aluviales y eólicos de color amarillo pardusco a rojizo. 3º) Sedimentos arcillosos poco arenosos, de grano fino, impermeables, de coloración roja y a veces rosado ocráceo que corresponden al piso Ensenadense (Pleistoceno).

II. Reconocimiento agrológico con fines de riego.

El trabajo se efectuó en un área de 1.500.000 hectáreas efectuándose calicatas y perforaciones que permitieron apreciar las características físicas y químicas del perfil y extraer muestras para un posterior análisis en el laboratorio; simultáneamente se observaron las formaciones vegetales, efectuándose parcelas de prueba para la medición de volúmenes del bosque. Los elementos enumerados sirvieron de base para la preparación del plano esquemático de aptitud de suelos para riego, contándose además con el aporte valioso del relevamiento aerofotográfico de un área parcial de la zona de influencia del Canal Lateral, que sirvió para delimitar las distintas categorías de suelo.

Para aclarar el proceso de la génesis de los suelos y su distribución en relación a los ríos, se sintetizó una planilla geoedafológica. La vegetación característica de los suelos se ha esquematizado en perfiles geobotánicos, efectuándose en 3 transecciones, una longitudinal en el sentido de la traza del Canal Lateral y 2 transecciones transversales con respecto al eje del cauce antiguo del río Bermejo.

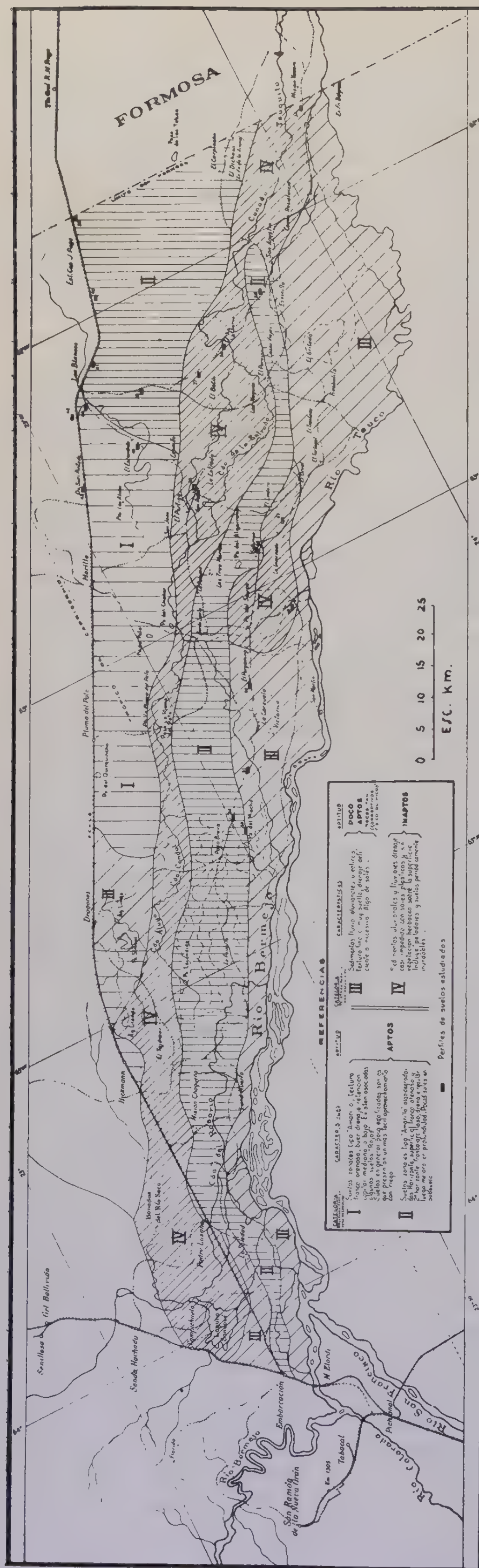
Los factores que definen las características de composición y volumen del bosque son los climáticos y los edáficos, que a su vez están en relación de dependencia, con la actividad de los ríos.

La descripción del bosque se hace separadamente para los dos canales; y se indican distintas zonas definidas por las distintas formas en que se manifiesta la formación xerofítica chaqueña.

*Suelos*: Existen en la región 3 grupos de suelos: 1) Amarillos y amarillos rojizos asociados, considerados como zonales; 2) Sedimentos fluvioaluvionales y 3) Suelos de depresión salino-alcalinos. La acción fluvial ha alterado modificando, generalmente en forma negativa, los suelos sobre una parte de la región, depositando irregularmente distintos tipos de sedimentos. De esta forma se han alterado los suelos zonales y formado bañados con típicos suelos de depresión salino-alcalinos.

De acuerdo a las características de los suelos se establecen cuatro categorías en base a la aptitud para riego.

*El vinal en la zona semiárida*: Se expone un estudio de la evolución biogeográfica de las asociaciones leñosas de la zona semiárida del NO del que surge que el vinal (*Prosopis ruscifolia*) es un eslabón de la propia reconstrucción climáxica del bosque, y que su distribución se halla más vinculada con las fluctuaciones del régimen fluvial que con la ganadería. Las áreas anegadas alternativamente producen el lavado de los horizontes superiores, desaparición de la flora espontánea y la deposición de material fino, siendo entonces cuando el vinal puede invadir el terreno.




PLANO ESQUEMATICO DE APTITUD DE SUELOS PARA RIEGO EN LA BANDA NORTE DEL RÍO BERMEJO EN LA PROVINCIA DE SALTA

## Reconocimiento agrogeológico con fines de riego, Banda norte del río Bermejo, prov. de Salta

(*Trabajo*)

ESTEBAN A. TAKACS, RICARDO E. WYDLER y DAMIÁN H. BUITRAGO

Como segunda etapa de los "Estudios Agrológicos con fines de riego en la zona de influencia del Canal del río Bermejo, provincia de Salta", se realizó el presente reconocimiento agrogeológico, abarcando una extensión de 630.000 ha, el que dio por resultado la ubicación de amplias zonas de suelos aptas para riego, especialmente en una zona que se extiende paralelamente al F.C.G.B. y que posee características topográficas favorables y desagüe natural hacia el cauce del río Teuquito.

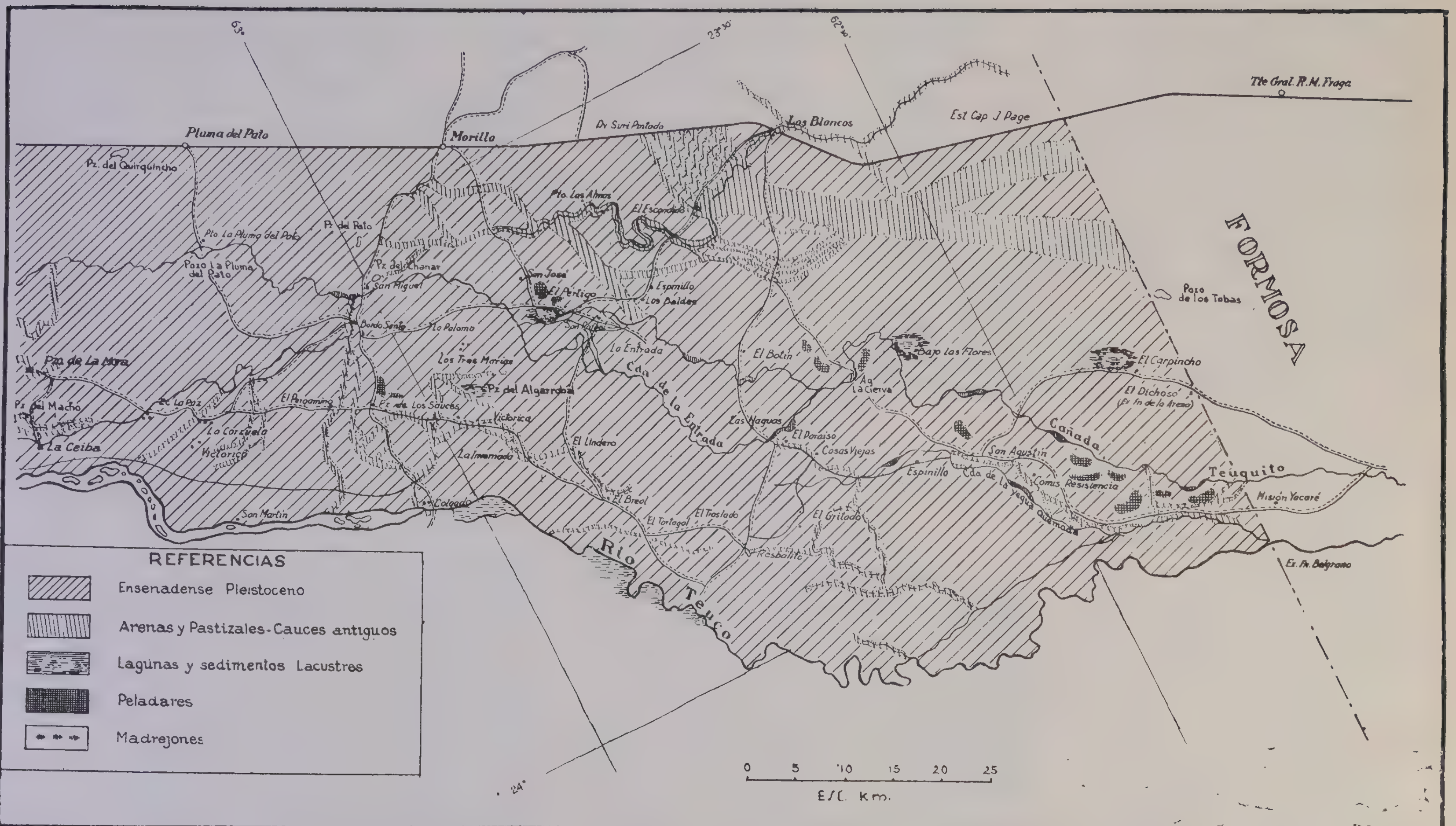
El estado del bosque y las pasturas se halla muy degradado debido a la intensa explotación forestal y ganadera que se practica desde hace 40 años. La regularización del río Teuco interrumpirá inmediatamente el proceso de erosión hidráulica ocasionada por su actividad.

### I. RASGOS MORFOLÓGICOS Y GEOLÓGICOS.

*Morfología de la región:* La zona estudiada es una llanura suavemente ondulada, cuyas cotas máxima y mínima están comprendidas entre (243 m s.n.m.) *Estación F.C.G.B. Dragones* dentro del departamento de Orán y (201 m s.n.m.) *Estación F.C.G.B. Cap. J. Pagé* cerca del límite con Formosa. La diferencia de desniveles no es muy grande y como se puede observar, los campos ascienden hacia el N-NO. Entre estas dos estaciones del ferrocarril hay una distancia de 110 km y tenemos un desnivel total de 42 m o sea que la llanura ofrece un desnivel de 0,381 ‰, de manera que su pendiente es mínima.

Esta monótona y dilatada planicie está surcada por antiguos cauces que a veces se encuentran muy cerca uno de otro y se observan brazos en todas direcciones, unidos entre sí, formando una verdadera red de antiguos cauces, que en algunas oportunidades van a desembocar al Teuquito, en otras en afluentes del mismo, otras veces al Teuco, o bien se pierden en la llanura.

Debido al poco desnivel que ofrece esta parte de la llanura de la Banda Norte del Bermejo, los terrenos surcados por las aguas presentan ondulaciones suaves que corresponden a lomadas de anti-




PLANO ESQUEMÁTICO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS MATERIALES ORIGINARIOS DE LOS SUELOS EN LA BANDA NORTE DEL RÍO BERMEJO — PROVINCIA DE SALTA

guos cauces o cañadones que la serpentean, y también se notan verdaderos indicios de erosión hidráulica en grado ligera (más notable en los caminos, antiguos cauces y picadas principales, que en los campos), y también en la zona de influencia del Teuquito, marcados peladares.

*Constitución geológica de la región. Origen y evolución de los suelos:* La composición geológica de la zona investigada está constituída por sedimentos arcillosos poco arenosos, de grano fino, impermeables, de coloración roja predominante y a veces rosado ocráceo, que corresponden al piso Ensenadense (Pleistoceno).

Los sedimentos de este piso Ensenadense son de vasta distribución desde el norte al sur y del este al oeste de esta zona, principalmente en las proximidades del Teuquito, han sufrido los efectos de la erosión hidráulica en grado ligera, y por los cortes existentes se pueden observar bien los sedimentos de este piso, que en algunos lugares aflora y en otros se encuentran tapados por sedimentos más modernos: Sedimentos arenosos finos algo limosos, fluvioeólicos y eólicos, de color amarillo rosado a rojizo y sedimentos arenosos finos y gruesos, algo limosos, aluviales y eólicos, permeables y de color amarillo rosado.

Estos sedimentos constituyen los materiales originarios sobre los cuales han evolucionado los suelos de la Banda Norte del río Bermejo.

## II. Reconocimiento agrológico con fines de riego.

Este reconocimiento permitió completar un plano esquemático de ubicación de los suelos aptos para riego en toda la Banda Norte del río Bermejo, desde Embarcación hasta el límite con Formosa, tomándose como antecedentes un informe parcial realizado por la empresa estatal Agua y Energía Eléctrica.

De acuerdo al índice climático de Thornthwaite, la región con temperatura media 23°, se clasifica como zona semicálida; con precipitaciones escasas y mal distribuídas y evaporación media de 4,24 mm.

La vegetación es parte integrante del bosque xerofítico chaqueño y su variación está influída principalmente por dos factores: las precipitaciones que disminuyen de oeste a este y el suelo que determina las modificaciones en sentido norte-sur.

La asociación climax se ha conservado en el sector extendido al norte del río Teuquito, en cambio en el sector al sur de este río la modificación del bosque es intensa debido a las transformaciones edáficas producidas por la acción fluvial. Se observa que la explotación excesiva del bosque y el pastoreo incontrolado agrava la degradación ambiental existente.

Los suelos de la región reconocida no presentan un perfil definido o fuertemente edafizado por el hecho de ser tierras sometidas a procesos fluviales y eólicos recientes. Únicamente los suelos del tipo de ''los amarillos'' y los ''mijagones rojos'' asociados pueden en parte considerarse como suelos zonales. Estos suelos son denominados ''amarillos'' de acuerdo a la tipología rusa por ser profundos, de textura mediana, francoarenosa, con estructura débil con reacción neutra a ligeramente alcalina, haciéndose más alcalina en profundidad, sin sales y con poco calcáreo.

La vegetación correspondiente a estos suelos es el monte alto de quebracho colorado santiagueño, quebracho blanco, mistol, arbustos y gramíneas.

En algunos sectores estos suelos han sufrido degradaciones, originando un horizonte eluvial de 0,20-0,50 cm de la superficie, que ocasiona un drenaje regular y una acumulación baja de sales.

La vegetación es más rala que la de los suelos amarillos, predominando el monte enfermo.

Aparte de los suelos zonales, se encuentran los sedimentos fluvioaluvionales y eólicos de textura fina o muy suelta con características de drenaje extremas, impedido o excesivo.

La vegetación de los sedimentos eólicos, aluvionales y fluviales es muy pobre en general, estando compuesta de monte bajo achaparrado, gramíneas o en casos extremos desaparece la cubierta vegetal por completo constituyendo los conocidos ''peladares''. Éstos se forman en algunos casos por salitre y arcilla y los otros por la naturaleza muy arcillosa de los suelos y subsuelos, que hacen al suelo prácticamente impermeable e infranqueable a las raíces de las plantas.

Para definir la aptitud de los suelos para riego se ha clasificado a éstos en cuatro categorías, apreciando principalmente la textura, drenaje, calidad y contenido.

**Reconocimiento agrogeológico con fines de riego en la zona del río Teuquito, provincia de Formosa**

*(Trabajo)*

Esteban A. Takacs, Ricardo E. Wydler, Héctor T. Masotta y Damián H. Buitrago

El aprovechamiento integral de las aguas del río Bermejo incluye la construcción de las obras complementarias de la provincia de Formosa, que posibilitarán el riego en la zona semiárida de su territorio.

A tal fin se realizó el estudio agrogeológico de la zona oeste de Formosa, sobre una superficie aproximada de 495.000 ha, para determinar las diferentes categorías de aptitud de suelos para agricultura bajo riego; estudio del cual surgirán las bases del proyecto de las obras de riego, ya sea mediante la rehabilitación de un tramo del río Teuquito o de un canal de riego directamente derivado del Teuco.

## I. Rasgos morfológicos y geológicos del oeste de Formosa.

*Morfología de la región:* La provincia de Formosa ocupa la amplia faja septentrional de la gran llanura Chaco-Bonaerense. La zona de estudio es una llanura suavemente ondulada y ofrece un desnivel de 0,346 ‰, de manera que su pendiente es mínima.

En esta llanura del oeste formoseño domina el monte xerófilo y la vasta monotonía que la caracteriza sólo se ve interrumpida por la presencia de antiguos cauces o ríos muertos, cursos de aguas vivas y cañadones con pendiente dominante hacia el E-SE. Todos estos cauces han cambiado continuamente su curso, facilitado por la poca pendiente, y la región entre el Teuco y el Teuquito estudiada con preferente atención, ha sido surcado por los mismos que desembocan generalmente hacia el Teuquito.

*Constitución geológica de la región. Origen y evolución de los suelos:* Los cortes naturales provocados por los cursos de aguas vivos o muertos, se presentan a la vista de 2-6 m de altura y solamente afectan a los depósitos cuaternarios. Esta región es bastante monótona, en cuanto a variación de la edad de los materiales geológicos.

Los sedimentos considerados pertenecen a la época del *Pleistoceno* y consisten de arcillas arenosas,

Plano esquemático de la distribución de los materiales originarios de los suelos en la zona de influencia del río Teuquito en la provincia de Formosa.

de grano fino, impermeables, de coloración roja predominante y a veces presentan un color rosado ocráceo amarillento y no poseen una estratificación definida. La edad de estos sedimentos psammíticos y pelíticos es correspondiente al *Ensenadense,* de vasta distribución en esta zona, que en algunos lugares afloran y en otros se encuentran tapados por sedimentos más modernos, aluviales y eólicos, pero su hallazgo se hace en base a pequeños sondeos.

Los materiales originarios sobre los cuales han evolucionado los suelos del oeste formoseño, son el resultado del proceso de la alteración y descomposición de las rocas constituídas principalmente por elementos arcillosos, arenosos, limosos y calcáreos, que posteriormente han sido transportados y depositados por la acción del agua y el viento en toda la región, objeto del presente estudio.

Podemos decir que los sedimentos originarios, descartando los sedimentos lacustres, corresponden a varios tipos, que originan distintos suelos: 1º Sedimentos arenosos finos algo limosos fluvioeólico y eólico de color amarillo rosado a rojizo. 2º Sedimentos arenosos finos y gruesos, algo limosos aluviales y eólicos, permeables y de color amarillo rosado. 3º Sedimentos arcillosos poco arenosos, de grano fino, impermeables, de coloración roja predominante y a veces rosado ocráceo, que corresponden al piso Ensenadense (Pleistoceno).

## II. Reconocimiento agrológico con fines de riego.

*Descripción de la vegetación. Estado del bosque:* Por no existir datos forestales concretos de la región, se realizó junto con el estudio agrológico un reconocimiento forestal, cuyos datos sirvieron para planificar el destino racional de la tierra. Como consecuencia, se delimitaron cuatro tipos forestales en base a los caracteres predominantes de la vegetación. Además se realizaron parcelas de prueba, por el método de Bitterlich a fin de obtener datos sobre la composición del bosque y volúmenes aproximados de las especies.

*Ganadería:* Su desarrollo es precario y se halla condicionado al ambiente, criándose principalmente el ganado vacuno y en segundo lugar caprinos, ovinos y porcinos. La explotación es de carácter extensivo y se basa en el pastoreo de herbáceas, frutos y hojas de árboles y arbustos, que abundan durante el período de lluvia (diciembre-mayo) y faltan en el otoño e invierno creando condiciones de penurias a los animales.

*Suelos:* La finalidad del estudio edafológico fue determinar la posibilidad de agricultura bajo riego en la zona del río Teuquito. Se apreciaron las propiedades físicas y químicas de los suelos tipos, efectuándose calicatas y perforaciones, además se extrajeron muestras para su posterior análisis. Como parte integrante se describe el clima, que según Thornthwaite se lo clasifica como ''semicálido'' o ''cálido moderado'', siendo la temperatura media de 23°, con precipitaciones irregulares que oscilan entre 660 y 674 mm, ocurriendo el 70 % del total en el verano. La evaporación media diaria es de 6 a 8 mm.

Topográficamente es una región llana con pendiente suave de NE a SO, con micro-relieves cercanos a los cursos de agua y antiguos cañadones. Se observa un proceso de desertización favorecido por la erosión eólica e hidráulica, y avalanchas de agua de origen pluvial que encuentran poco protegido el suelo a causa del desmonte y el sobrepastoreo.

El material originario de los suelos son sedimentos fluvioaluvionales correspondientes a depósitos cuaternarios, existiendo algunos sedimentos lacustres formados posteriormente. En general son suelos de textura franca a francoarcillosa, con calcáreo en profundidad, y de reacción neutra o ligeramente alcalina, haciéndose alcalina en profundidad. El drenaje es deficiente en los suelos denominados ''sedimentos''.

Los suelos de las partes altas alejados del Teuco se destacan de los suelos bajos próximos a los ríos y cauces; los primeros son genéticamente zonales y nuevos, comprendiendo los ''amarillos'' y ''amarillos degradados'' y algunas asociaciones con los ''rojos''. Los lugares bajos están cubiertos por sedimentos fluvio-aluvionales más recientes. Atraviesa la parte media de la región un antiguo cauce de sedimentos arenosos.

Los suelos presentan regularidad en su posición, ubicándose en fajas alargadas orientadas de oeste a este, modificadas por las corrientes hidráulicas.

De acuerdo a la aptitud para regadío se los clasifica en cuatro categorías:

Categoría I: Aptos, suelos ''amarillos'' y asociados ''rojos'' de textura suelta y buen drenaje.

Categoría II: Aptos, suelos ''amarillos degradados'', con segundo horizonte de textura arcilloarenoso y subsuelo francoarenoso, con regular drenaje y algo de sales (no peligroso).

PLANO ESQUEMÁTICO DE APTITUD DE SUELOS PARA RIEGO EN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL RÍO TEUQUITO EN LA PROVINCIA DE FORMOSA

Categoría III: Poco aptos, suelos de "sedimentos fluviales o eólicos" de textura fina o muy suelta, con drenaje deficiente o excesivo y algo de sales. Necesitan correctores fisicoquímicos.

Categoría IV: Ineptos. Sedimentos fluvioaluvionales de drenaje impedido, plásticos, con subsuelos arcillosos y con sales en el perfil.

De acuerdo a las condiciones climáticas y la aptitud de los suelos más aptos se elaboró el plan de riego donde se indican las necesidades de agua, calculadas por el método de BLANEY y CRIDDLE y el porcentaje del área total regada, de los distintos cultivos. Así las forrajeras ocuparán un 40 %, la caña de azúcar 20 %, algodón 15 %, frutales 10 %, hortalizas 10 %, aromáticas 2,5 %, oleaginosas 2,5 %, textiles 1,5 % y tabaco 3,5 %.

## Estudio agrológico con fines de riego de la zona de influencia del canal lateral del río Bermejo, en las provincias de Salta y del Chaco

*(Trabajo)*

RICARDO F. WYDLER

La región de influencia del futuro Canal del río Bermejo está comprendida en una franja de 60 km de ancho y de 730 km de longitud, con dirección general de NO a SE, iniciándose cerca de M. Elordi (Salta) pasa cercano a Rivadavia, Castelli y Zapallar, para desembocar en el río Tragadero que desemboca en el Paraná poco más al norte que el puerto de Barranqueras, en la provincia del Chaco.

*Climatología*: En los 730 km de longitud de la zona de influencia existe notoria variación de clima, en lo que respecta a temperatura y lluvias, lo cual ocasiona la formación de distintas zonas y subzonas ecológicas, cuya ubicación se detalla en el plano anexo. Las precipitaciones en general aumentan de oeste a este, con la sola excepción de una zona intermedia que tiene por centro a Rivadavia (Salta), donde las lluvias son de menor cantidad. Es de destacar que en la zona de Embarcación que caracteriza a la zona I las lluvias son más abundantes en el verano que aún en el mismo litoral. Estas lluvias del tipo torrencial caen principalmente en los meses de diciembre, enero y febrero, y representan un 60 % del total de lluvias anuales. En las zonas III y IV, las precipitaciones caen mejcr repartidas a lo largo de todo el año y las mayores precipitaciones de diciembre, enero y febrero sólo representan un 35 % del total anual. Aumentan de la zona II a la IV, en forma gradual, las lluvias de primavera (setiembre, octubre y noviembre), deduciendo de ello las mayores necesidades de agua para los cultivos en la provincia de Salta que para los del Chaco, aun para una misma cantidad de precipitación anual.

En cuanto a las temperaturas medias anuales, van gradualmente y en forma general disminuyendo de oeste a este con la excepción también de la zona II y en donde las temperaturas medias normales y media anual son las mayores de la zona de estudio, como asimismo la amplitud que se registra en las temperaturas extremas máximas absolutas 48,9° y mínima absoluta –5,8°.

De acuerdo al índice climático de THORNTHWAITE se clasifica a la región como de clima semicálido. Los datos de evaporación son escasos pero pueden tomarse en consideración los registros de Rivadavia, obtenidos en un año de observación con evaporímetros en superficies libres, que dan un promedio diario de 4,24 mm de evaporación. Los datos de evaporación de superficie libre para la localidad de Nueva Pompeya (Chaco), han sido obtenidos mediante el uso de la fórmula de C. ROHWER; $ev = 0{,}44 \times 0{,}18\ w) \cdot (E\text{-}e)$, siendo w la velocidad del viento y (E-e) el déficit de saturación del aire, resulta para esta localidad una evaporación media diaria de 5,5 mm.

*Cultivos:* Teniendo en cuenta las características climáticas, régimen de lluvias y ecología en general de las cuatro zonas en que se divide a la zona de influencia, se han determinado los cultivos a implantar y su porcentaje de cultivo. De esta forma resulta que para la zona I los cultivos previstos en orden de importancia son los siguientes: caña de azúcar 50 %, algodón 25 %, citrus 5 % y en menor escala forrajeras y hortalizas. En la zona II la caña de azúcar y el algodón son los principales cultivos con un 40 % cada uno, seguidos de forrajeras 10 %, oleaginosas 3,5 %, hortalizas 2,5 %, maíz 2,5 % y frutas subtropicales 1,5 %.

La zona III ha sido subdividida en dos subzonas, la occidental tendría como principal cultivo el algodón 60 %, siguiendo en menor importancia la caña

de azúcar 20 %, forrajeras 10 %, textiles 2 %, maíz 2 %, oleaginosas 2 % y frutas subtropicales 2 %.

La subzona oriental presenta mejores condiciones para regar por la menor exigencia de agua, siendo el riego, compensatorio para gran parte del año. La precipitación media anual de 845,4 mm ocurrida en J. J. Castelli hace que puedan formarse praderas artificiales para la cría de ganado. Es por ello que se aumentó el porcentaje de forrajeras en el plan de cultivos. De ello resulta que el porcentaje de cultivos previstos es el siguiente: algodón 60 %, forrajeras 20 %, textiles 5 %, caña de azúcar 5 %, tabaco 5 %, oleaginosas 2 %, maíz 1,5 %, y hortalizas 1,5 %.

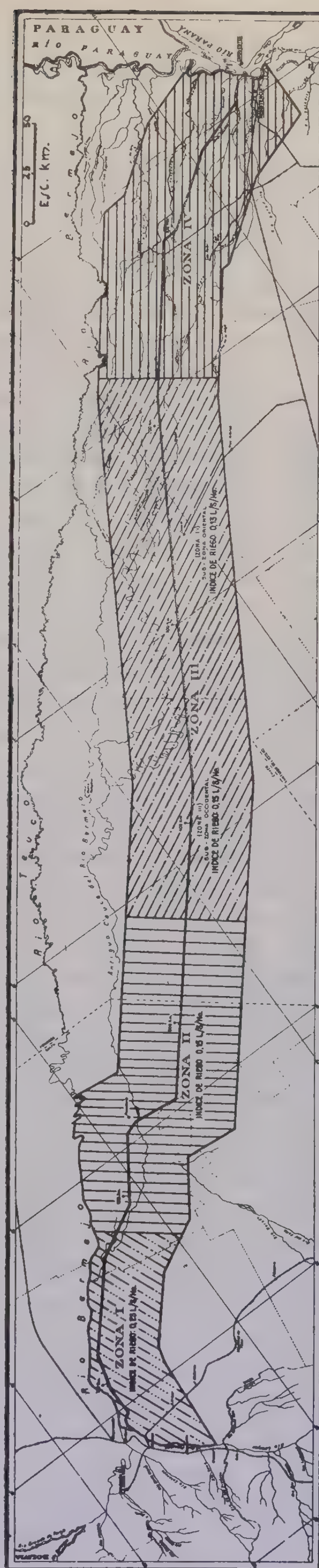
En la zona IV de acuerdo a las precipitaciones, prácticamente no es necesario el riego de la misma. Estudiando las planillas de lluvia, se puede observar que para el algodón, cultivo básico de esta zona, el mes más crítico es setiembre, que tiene como precipitación media para El Zapallar 5,6 mm y para Resistencia 76,1 mm. De ello se deduce que en años normales se desenvuelve sin sufrir inconvenientes la germinación de la semilla de algodón. Además, la lluvia de los meses invernales dan humedad suficiente para la siembra.

*Riego. Cálculo de las necesidades de agua*: Sobre la base de los datos climáticos y condiciones ecológicas se han calculado las dotaciones de agua para dos diferentes cultivos prefijados por hectárea y entrega del agua en chacra. Empleándose para tal fin los métodos de Blaney y Criddle y el Thornthwaite.

La fórmula del método de Blaney y Criddle corresponde a U.C. = K.F., siendo U.C. la cantidad de agua absorbida por una planta durante un ciclo vegetativo para ser transpirada y para la formación de tejidos, unido al agua evaporada; F es la suma de los valores mensuales de U.C. y K un factor de corrección, variable de acuerdo al cultivo o tipo de plantas de similares exigencias hídricas. Así K, se consideró para citrus 0,50, caña de azúcar 0,60, algodón 0,65, tomate y papa 0,70, maíz 0,80 y alfalfa 0,85. El factor K resulta de la relación de los valores de exigencias hídricas observadas "in situ" y los obtenidos por los cálculos.

El uso consuntivo es igual a la temperatura media mensual multiplicada por el porcentaje de horas de insolación anual.

En cuanto a la determinación de las necesidades hídricas en base al método de Thornthwaite, se




DIVISIÓN ECOLÓGICA DE LA ZONA DE INFLUENCIA DEL CANAL LATERAL DEL RÍO BERMEJO

determinó el índice calórico mensual y anual y luego haciendo uso de gráfico doble logarítmico se halló la evapotranspiración mensual y anual de acuerdo a la práctica corriente de dicho método.

Obtenidos los valores en $m^3$ mensuales y tomando en consideración las precipitaciones y la evaporación se confeccionaron las planillas de cultivos, ciclo vegetativo y cálculo teórico de dotaciones de riego dado en $m^3$/ha/año.

*Reseña edáfica de los suelos de Salta; su relación con las dotaciones*: En la margen derecha del río Bermejo hasta cerca de Rivadavia se aprecia en las partes altas, fuera de las márgenes de los ríos y de los cauces viejos, un típico de suelo zonal denominado "amarillo" con textura franco-arenosa o areno-francosa, casi sin estructura, sin sales solubles y poco calcáreo y de fertilidad variable; es decir, apto para riego. En las zonas ribereñas al río y en las partes de cañadones y cauces viejos, existe una diversidad de sedimentos arenosos alternando con los arcillosos y salitrosos. Estos suelos resultan por su textura y topografía irregular, ineptos para riego.

Además existen depresiones, principalmente en los altos o bordes donde se estancan las aguas de lluvia, las que arrastran al elemento fino de los alrededores y depositan en estos bajos, transformando a los mismos en lagunas temporarias, denominadas como "suelos de depresiones", con una textura arcillosa y arenoarcillosa, de poca permeabilidad. También en los antiguos cañadones y zonas inundables se depositan limos y arcilla rojiza provenientes del río Bermejo en sus grandes crecidas; estos lugares resultan inútiles para regar debido a las condiciones físicas desfavorables.

De acuerdo a la aptitud de riego se dará preferencia a los suelos que presenten mejores condiciones agrológicas, considerándose como factores limitantes la textura, la topografía y el salitre; de donde surge que son los "suelos amarillos" los que reúnen mejores propiedades que los hacen aptos para riego.

En estos suelos de texturas medias o ligeras se han previsto turnos de riego no muy espaciados de 10 a 20 días de acuerdo al cultivo, debido a la evaporación intensa durante todo el año y al tipo de textura, debiendo tener dichos riegos el carácter de compensatorios.

## Estudios complementarios para la planificación de la colonización en la zona comprendida entre el Puerto Cabecera y la localidad de Rivadavia en la provincia de Salta con especial referencia a las posibilidades ganaderas

*(Trabajo)*

Jorge A. Del Aguila

El estudio se llevó a cabo mediante un reconocimiento rápido, coleccionándose para su clasificación las especies herbáceas, las que a su vez se estudiaron de acuerdo a su abundancia relativa y frecuencia por medio de transecciones, cuya longitud varió entre 5 y 25 km, orientadas en varias direcciones.

Simultáneamente y para relacionar el estudio de las pasturas con las características edáficas se realizaron calicatas y perforaciones de poca profundidad, asimismo se extrajeron muestras para su posterior análisis en laboratorio.

Desde El Yuto hasta Yuchán la vegetación característica es el monte alto de la formación xerofítica chaqueña, incluyendo especies de la formación de transición como palo blanco y cebil colorado. Desde Yuchán al este se acentúa el monte xerofítico chaqueño donde el estrato arbóreo está compuesto de quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco* Schlecht), quebracho colorado santiagueño (*Schinopsis lorentzii* Griseb.), algarrobo blanco (*Prosopis alba* Griseb.) y negro (*P. nigra* Hieron.), mistol (*Zizyphus mistol* Griseb.), guayacán (*Caesalpinea paraguariensis* Griseb.), brea (*Cercidium australe* Johnnst) y comienza a aparecer el palo santo (*Bulnesia sarmientoi* Lor.). El estrato arbustivo se compone de duraznillo (*Ruprechtia* sp.), sacha-sandía (*Capparis salicifolia* Griseb.), tusca (*Acacia aroma* Gill.), garabato (*Acacia praecox* Griseb.), *Cereus coryne, Opuntia quimilo* K. Schum. y abundan las gramíneas generalmente protegidas por manchones de chaguar (*Bromelia* sp.).

Este bosque es uniforme, igual que la topografía del terreno, que posee una pendiente imperceptible hacia el este. A partir de Vívora Asada hacia el este se presenta el terreno irregular huellado por antiguos cauces.

El bosque a partir de El Algarrobal presenta áreas semidesérticas o "peladares", y se desarrolla sobre sedimentos fluvioaluvionales, ocupando man-

chones. La altura del estrato arbóreo es menor, abundan los árboles de porte bajo o arbustivo y el algarrobo aumenta su número. Hacia el sur, a partir de El Quebrachal la vegetación mejora su aspecto y se asemeja a la descripta par la zona este de Yuchán.

La erosión hidráulica se manifiesta a medida que se recorre el camino a Rivadavia en diversos puntos, observándose zanjones y profundas cárcavas, y a su vez los "peladares" aparecen con más frecuencia. Al llegar a La Unión comienza a aparecer el vinal (*Prosopis ruscifolia*) y a la altura de Santa Rosa se lo observa cubriendo grandes extensiones con un porte de 3 a 4 metros.

Desde Santa Rosa a Rivadavia se atraviesan dos salitrales con vegetación halófila característica y asociación de vinal y palo santo completamente achaparrado.

La explotación que se realiza en la zona es principalmente ganadera, observándose una pequeña actividad forestal en las cercanías de la Estación Yuchán. Se cría como base fundamental el rústico ganado criollo en condiciones precarias, con escasas pasturas, que en gran parte se debe a la intensa degradación del ambiente que se ha producido incesantemente en toda la región. Se cría también ganado caprino y ovino, y en menor proporción el porcino. Se requieren 5 años de espera para que un animal vacuno logre un peso aceptable para el mercado.

El ganado se alimenta principalmente del ramoneo de frutos y hojas de árboles, arbustos y renovales. La presencia de herbáceas y gramíneas está condicionada a las lluvias que se inician en primavera. La maduración de los frutos del algarrobo, chañar, mistol y tusca, se va sucediendo durante el verano. En el otoño comienzan a desaparecer las herbáceas y sólo los frutos de la tusca se siguen produciendo. La falta casi absoluta de lluvias en invierno transforma el paisaje xerófilo en un monte escaso de hojas, con un sotobosque despoblado, intensificando las penurias del ganado hasta que se inicia el rebrote de los árboles y de las primeras herbáceas.

Las bases para un mejoramiento ganadero estarán dadas mediante la explotación en secano y la producción de forrajes bajo riego, que posibilitarán la adaptación de zonas mejoradas.

En general la explotación en secano futura deberá seguir los lineamientos del presente, pero si se cambiaran los métodos que forzosamente deben racionalizarse.

En las condiciones actuales el poblador está desconectado de los progresos técnicos, pero aun teniendo la mejor voluntad para aplicar normas técnicas en su finca, se vería en grandes dificultades para ello. Causa de esto son: la escasez de aguadas permanentes bien distribuídas, falta de caminos, escaso valor de la tierra, que configuran un factor limitante a las más progresistas iniciativas.

El esquema de explotación en secano que a continuación se propone, pudo observarse prácticamente durante la visita a la clausura del Symposium de Tucumán para el estudio de las zonas áridas y semiáridas del país. En esas clausuras pudo comprobarse que donde se dejó el monte intacto la recuperación del ambiente se efectuó en forma lenta. En cambio en donde se realizó el desmonte total la recuperación fue rápida.

De esto se desprende que en las futuras explotaciones ganaderas deberán eliminarse las especies arbóreas y arbustivas indeseables para la ganadería, respetando las que por su valor forrajero completan junto con las herbáceas una alimentación balanceada.

Se considera a la cabra un factor negativo para planear el mejoramiento de las condiciones ambientales. Actualmente, en condiciones inhóspitas es comprensible la introducción de la cabra, pues constituye una fuente de proteínas para el organismo humano. Los rebaños existentes son numerosos y arrasan con cuanta vegetación encuentran. No hay pasto, arbusto ni renoval que resista su poder destructor. Se observa en la zona la coincidencia de grandes "peladares" desérticos entre los puestos poblados donde se practica la cría de cabras.

Es de suma importancia asegurar la resiembra de las especies herbáceas de buen valor forrajero, considerada como medio de recuperación ambiental. El bosque, originariamente estaba cubierto por una variada flora herbácea y un colchón de hojarasca. El desequilibrio actual se acentuará si persiste la explotación descontrolada del ganado, y afectará tanto la posibilidad ganadera como la forestal, pues se produce el retroceso de la cobertura herbácea y de la reforestación natural de la especie más valiosa del bosque: el quebracho colorado santiagueño.

En la futura colonia ganadera, la clausura permitirá la resiembra de las especies forrajeras naturales hoy impedida en la región. El número de

especies coleccionadas durante el reconocimiento permite afirmar que se obtendrán pastizales de flora muy variada.

Complementando el estudio de las pasturas se realizó un estudio de suelos en el tramo comprendido entre El Algarrobal y Rivadavia. La actitud agropecuaria con riego y con secano está determinada en orden de importancia por la topografía, la textura de los suelos y en algunos casos por la presencia de sales. Los suelos caracterizados por horizontes arcillosos se ubican en la proximidad de los cauces recientes, resultando suelos poco aptos para agricultura con riego, siendo su aprovechamiento inmediato más eficaz, el ganadero o el forestal.

### CONCLUSIONES

La zona reconocida presenta grandes extensiones aptas para agricultura con riego, ubicadas especialmente en el primer tramo de los canales proyectados.

El tramo comprendido entre El Algarrobal y Rivadavia por características de distinto orden es preponderantemente apto para ganadería.

No obstante hay extensiones considerables que podrían destinarse a agricultura con riego, pero hacen falta estudios de detalle.

En las condiciones actuales la situación económica de la región constituye la traba principal para un mejoramiento de la explotación ganadera.

La construcción de los canales del Bermejo asegura la posibilidad de la recuperación de toda la extensión degradada y erosionada.

La nómina de las especies herbáceas que se adjunta a este informe demuestra que existe en la zona una flora herbácea autóctona que puede servir de base para la obtención de praderas mejoradas.

## Suelos de la fracción norte de los bajos submeridionales de la provincia de Santa Fe

*(Comunicación)*

Luis A. Cerana

Introducción.

La fracción considerada comprende más de un millón doscientas mil hectáreas de los Departamentos Vera y 9 de Julio, que integran una extensa planicie con ligera pendiente SE en la que emergen algunas lomadas muy suaves. El promedio anual de precipitaciones puede estimarse en más de 800 mm con marcadas fluctuaciones; la distribución, irregular, muestra una temporada estival de lluvias y una invernal de sequía.

Todo el subsuelo está anegado por aguas saladas, que impiden el drenaje vertical y en las áreas playas se encuentran muy próximas a la superficie; su concentración salina es muy variable, habiéndose encontrado de 35 gr/l a 1 m de profundidad y 45 gr/l a 0,50 m; sobre ellas se apoya el agua de percolación, que en lugares privilegiados se acumula en espesores explotables para alimentación, con pozos de vida generalmente precaria.

En períodos de sequía el agua de percolación se consume, falta agua para alimentación del ganado y el agua salada, ascendiendo por capilaridad, influye sobre el suelo. En temporadas de lluvias, en las que suelen presentarse inundaciones que duran meses, las sales son parcialmente lavadas.

Los suelos, que incluyen toda la gama de los Halomórficos, en general muestran morfología Solodí; pero la dinámica de las sales solubles motiva que tiendan a recorrer cíclicamente las fases salinización, alcalinización del complejo de cambio, desalinización y degradación, por lo que, un perfil puede ser clasificado como salino alcalino, alcalino o alcalino degradado, según la temporada en que se lo estudie.

La vegetación está constituída por asociaciones de pastos duros, predominando ''espartillares'' en los bajos y ''pastizales de *Elionurus*'' en las lomadas. Los pobladores practican la quema para provocar el retoño de las matas. En algunas partes se distinguen árboles aislados o reunidos.

Hasta hace poco más de 10 años, no había alambrados; los predios, dedicados a la cría de ganado en forma rigurosamente extensiva, abarcaban decenas de miles de hectáreas. La capacidad, regulada por los períodos de sequía, se estimaban en un animal cada 6 ha; áreas de importancia aún se hallan sin explotación por falta de agua para alimentación del ganado y sólo una ínfima proporción ha sufrido la acción del arado.

A pesar de la baja densidad de población animal, dada su extensión, la zona contribuye, en forma económicamente positiva, con un importante aporte a la producción, que puede ser mejorado reforzando las fuentes de agua con obras adecuadas

e implantando pasturas de mayor rendimiento en áreas seleccionadas.

La iniciativa privada, desconociendo consejos técnicos o mal asesorada, encaró planes de fraccionamientos y colonizaciones que introducían modificaciones fundamentales en el tipo de explotación; hubo planes agrícolas, forestales y aun de olivicultura. También la iniciativa oficial esbozó planes de colonización agrícola. Ellas incorporan una acción nueva, el arado, y presionan por la ejecución de obras de desagüe. El presente estudio tiene por finalidad prever los efectos de estas acciones y obras, que pueden ser perjudiciales e irreversibles.

### Perfiles estudiados y tentativa de agrupamiento.

En la Dirección de Suelos y Química Agrícola se estudiaron 37 perfiles de suelos. Las tareas de campaña fueron conducidas por los ingenieros químicos Emilio Vergara y Luis Cerana y por el profesor Rubén Manzi. Las muestras recogidas se analizaron en forma completa por el personal de la Dirección.

En la introducción se expresó que los suelos son Halomórficos. La dinámica de las sales descriptas, al provocar variaciones temporales del contenido salino y del estado de saturación del complejo de cambio, hacen poco práctica proseguir la clasificación al nivel de Grandes Grupos; por ello se intentó un agrupamiento sobre la base de las características estables de mayor significación en la determinación de las posibilidades del suelo y en especial, de su respuesta a la acción del arado; a saber: horizontes edáficos, su contenido en arcilla y el espesor del horizonte A. Con ese criterio se confeccionaron tres grupos; las áreas cubiertas por cada uno, no forman un bloque, sino son integración de áreas dispersas dentro de un complejo intrincado.

*1er. Grupo – Horizonte $A_1$*: menor de 5 cm; gris oscuro a gris claro; muy rico en materia orgánica (4-10 %); franco - limoso o franco - arcillo - limoso; platiforme muy friable a suelto. *Horizonte $B_2$*: sucede al $A_1$; pardo oscuro; hasta 15 ó 30 cm, rico en materia orgánica (2–4 %); a partir del límite superior el contenido en arcilla (menor de 2 micrones) supera al 45 %.

Cubren más del 50 % de la superficie considerada, ocupando las áreas más bajas, en las que las aguas saladas de fondo se encuentran más próximas a la superficie (0,5–1 m); sus principales dominios se hallan en las partes N y NE de la fracción. Únicamente se puede encontrar libre de sales solubles el horizonte $A_1$ en temporadas favorables y en los perfiles estudiados, a los 15 cm su contenido superaba 0,3 % y a los 50 cm 0,5 %. Generalmente el complejo de cambio está saturado en más de 20 % por Na y K.

Las áreas cubiertas por estos suelos son las que se inundan en primer lugar, pero a excepción de esos períodos, las plantas para extraer el agua deben superar elevadas Presiones de Retención de Humedad y se presentan en matas espaciadas, espartillares, entre una gran densidad de hormigueros tacurúes.

*2do. Grupo – Horizonte $A_1$*: generalmente 8–10 cm, alcanzando en áreas privilegiadas 19 y aun 30 cm; gris oscuro a gris claro; rico en materia orgánica (3–8 %); franco-limoso a franco-arcillo-limoso; platiforme muy friable.

*Horizonte $B_2$*: sucede al $A_1$ con límite definido; pardo oscuro; hasta 20–30 cm el contenido en materia orgánica se mantiene superior a 1,5 %; el contenido en arcilla 40–55 %; masivo compacto cuando húmedo, bloquiforme subangular mediano, muy consistente, cuando seco.

La distribución de las sales solubles varía en el tiempo, el contenido del horizonte $A_1$ generalmente es inferior a 0,1 % pudiendo alcanzar 0,25 %; el del $B_2$ de 0,1 a 0,45 %. El pH, también variable, parece guardar una relación inversa con el contenido en materia orgánica; en el $A_1$ generalmente es inferior a 7,5 y excepcionalmente supera 8,5; en el $B_2$ de 7,5 a 8,5 y excepcionalmente supera 8,5. El grado de saturación del complejo de cambio por Na y K: en el $A_1$, 1/3 de los casos menor de 15 %, 1/3 de 15 a 25 %, 1/3 mayor de 30 %; en el $B_2$, 1/2 de los casos menor de 25 % y en los demás 25–60 %.

Estos suelos cubren superficies de importancia en lugares de cota media; su mayor frecuencia se presenta en la parte central, O y S de la fracción. El agua salada de fondo suele encontrarse a más de 1,5 m de profundidad y se inundan con menor frecuencia que los del primer grupo. El ciclo dinámico de las sales solubles, en la fase salinización está entorpecido por el abrupto cambio de textura y estructura en el límite de los horizontes $A_1$ y $B_2$; allí se interrumpe el ascenso capilar, por lo que el horizonte $A_1$ no se saliniza en períodos de sequía o lo hace ligeramente, proveyendo un habitat que permite la germinación de las semillas y el des-

arrollo de las plántulas; una vez superada esa etapa y en períodos favorables, las raíces penetran otros horizontes, de los que extraen el agua en épocas de sequía. Las áreas correspondientes están cubiertas por densos pastizales (casi siempre de ***Elionurus***).

*3er. Grupo*: En la secuencia de los horizontes incluyen además de horizontes $A_1$ y $B_2$ de características similares a las descriptas en el segundo grupo, horizontes $A_3$ y/o $B_1$. El $B_2$ aparece a los 20-45 cm. Es un grupo no homogéneo y a sus representantes les corresponden áreas muy inferiores a las de los otros dos grupos.

*Casos particulares*: Se ubicaron algunos perfiles que responden a condiciones muy locales, como ser altura del lugar, o salinidad del agua de fondo. Por ejemplo: en una lomada donde el agua de fondo se encuentra a más de 3 m y el agua de percolación se saliniza moderadamente, el perfil evolucionó a alcalino degradado (Solodí) mostrando la secuencia $A_1$ (0-5 cm), $A_2$ (5-10 cm), $A_3$ (10-25 cm); $B_1$ (25-41 cm). Las sales solubles se conservan por debajo de 0,1 % hasta los 25 cm y alrededor de 0,2 % en el resto. En el lugar, ensayos de cultivo germinaron en forma manchonada y desarrollaron regularmente; plantaciones de eucaliptos se desarrollaron bien. Ese comportamiento es reflejo de condiciones privilegiadas.

## Pronósticos de respuestas al arado y a obras de desagües.

El pronóstico se refiere especialmente a los suelos del segundo grupo, en cuanto a la extensión que ocupan y dadas las condiciones desfavorables que ofrecen los del primer grupo, no son intento de colonizaciones.

*Arado*: El horizonte $A_1$ ofrece poca o ninguna resistencia a las herramientas y salvo que su espesor sea suficientemente grande, las labores pueden incorporarle parte del $B_2$, compactándolo y destruyendo la barrera que frena el ascenso capilar. Mientras los pastizales perennes o la vegetación con que se los reemplace cubra la superficie, el agua prácticamente no se evaporará directamente en la superficie del suelo, sino que lo hará a través de las plantas. Como éstas la extraerán por medio de sus raíces de los niveles en que se encuentre afectada por menores Presiones de Retención de Humedad (Stress), no se producirán mayores movimientos del agua, ni de las sales que contiene. Sólo se originará una uniformación y aumento gradual de la Presión de Retención de Humedad. Cuando el suelo arado, quede expuesto desprovisto de vegetación, la evaporación tendrá lugar en la superficie, el agua se moverá hacia ella y si la barrera que controla el ascenso capilar ha sido destruída, llegará al horizonte A transportando las sales que contiene. Cuando esto ocurra se favorecerá la salinización y alcalinización del horizonte superficial. El arado puede destruir irreversiblemente el habitat que actualmente permite la germinación y desarrollo de las plántulas, reduciendo o anulando, las de por sí ya limitadas posibilidades de esos suelos.

Tiempo después de una inundación, en un área arada y sembrada durante 3 años, en la que el $A_1$ poseía 8 cm, se constató la desaparición de la citada barrera y muestras comunes, superficiales, tomadas en los límites del área, mostraron el siguiente contenido salino: no arada 0,25 %, arada 0,45 %. En otro lugar únicamente arado, la superficie estaba cubierta por una visible capa de sales y desprovista de vegetación útil.

*Desagües*: Para evitar las inundaciones se reclama la construcción de desagües. La extensión comprendida y la carencia de colectores naturales, hacen muy costosas las obras y si ellas se limitan a eliminar el agua que cubre los campos sin provocar el descenso del nivel del agua salada de fondo, se favorecerá la salinización y/o alcalinización del horizonte superficial. Drenajes que originen el descenso de dicho nivel, exigirían tratamientos correctivos para evitar la aún mayor impermeabilización del horizonte $B_2$ por desalinización y no se conocen correctivos económicamente accesibles en la zona.

## Conclusiones.

Los campos de la fracción considerada deben seguir dedicados a cría de ganado en forma extensiva; pero su capacidad puede ser reforzada:

*a*) implantando pasturas adecuadas en áreas seleccionadas por el espesor del horizonte $A_1$ y/o por el nivel y concentración salina del agua salada de fondo, de manera que las labores no introduzcan el riesgo expuesto; *b*) construyendo represas en lugares donde el nivel y/o la salinidad del agua salada de fondo permita la acumulación de agua de precipitación sin salinizarla.

Las obras de desagües no deben realizarse sin un estudio particular que contemple los efectos expuestos; deben regular y no evitar las inundaciones.

La colonización agrícola no sólo puede originar el fracaso de los esfuerzos de las familias radicadas, sino desmejorar aún más las condiciones existentes.

BIBLIOGRAFÍA


(1) GOLLÁN, J.: *Contribución al estudio de los suelos de la Provincia de Santa Fe.* Actas 3er. Congreso Sud Americano de Química. Brasil, 1937.

(2) GOLLÁN, J. y LACHAGA D.: *Aguas de la Provincia de Santa Fe.* Publicación Técnica Nº 12, Instituto Experimental de Investigaciones y Fomento Agrícola Ganadero, Santa Fe.

(3) LACHAGA, D.: *Informe sobre los campos Dodero,* Dirección de Química Agrícola y Edafología, Santa Fe (no publicado).

(4) VERGARA, E.: *Informe ''Campo Fiscal La Cigüeña'',* Dirección de Química Agrícola y Edafología, Santa Fe (no publicado).


## Génesis de los suelos salinos de la Argentina. Contribución a su conocimiento

(*Trabajo*)


JOSÉ ROMÁN GUIÑAZÚ


El autor no envió resumen.

## Relevamiento de erosión en el partido de Bartolomé Mitre (provincia de Buenos Aires)

(*Comunicación*)


JULIO IPUCHA AGUERRE


El partido de Bartolomé Mitre, cuya superficie es de 180.000 hectáreas, se halla situado en el centro norte de la provincia de Buenos Aires. Este sector, que justamente con el sudeste de la provincia de Santa Fe integran la denominada pampa ondulada, comprende áreas que, a la probada aptitud agrícola de sus tierras, agregan una inmejorable ubicación con respecto a los centros de consumo y exportación, definiendo, como es notorio, una de las comarcas más ricas y valorizadas de la República.

El relieve desparejo cubre en Bmé. Mitre alrededor del 70 % de su extensión territorial. Abundan, por lo tanto, en el partido los terrenos inclinados, de pendientes a menudo irregulares y cuyas gradientes oscilan, por lo general, entre 1 y 3 %.

La aplicación en esas fracciones de configuración heterogénea, de un método de laboreo análogo al de las tierras planas, es decir, el surcado recto, y, por otro lado, la amplia expansión de un cultivo de carpida como el maíz, que además de constituir el renglón eje de una gran parte de las explotaciones locales, se siembra mayormente bajo un régimen de monocultura, ha favorecido el avance persistente de la erosión hídrica, la que, en no pocas chacras, viene trabajando desde medio siglo atrás.

Para determinar la extensión de la erosión y la intensidad del deterioro del suelo, con vistas a estructurar un plan de uso apropiado de las tierras de Bmé. Mitre, el Instituto de Suelos y Agrotecnia encaró el relevamiento de dicho Partido, siguiendo el desarrollo de un programa orgánico de estudio del centro norte bonaerense, que iniciado con el reconocimiento de San Antonio de Areco, continuó después con el preliminar de Baradero.

A través de las observaciones efectuadas hasta ahora, se desprende que pasan de 100.000 las hectáreas erosionadas en Bmé. Mitre. En cuanto a la intensidad de la manifestación erosiva, juzgando por las determinaciones antedichas, predominarían netamente los grados ''severa'' y ''moderada'' en este orden, notándose también focos frecuentes de erosión ''grave''.

La información complementaria que se obtendrá en breve, permitirá informar oportunamente las cifras definitivas sobre la superficie que cubre la erosión en Bmé. Mitre y las parciales que correspondan a cada grado de intensidad.

## La influencia del embalse ''El Nihuil'', en la salinidad de sus aguas y en los regadíos

(*Trabajo*)


LIDIA P. F. DE GIRAUT.


La autora no envió resumen.

**Suelos de la zona estuárica comprendida entre la ciudad de Buenos Aires al norte, y el arroyo El Pescado al sur, de la provincia de Buenos Aires**

(*Trabajo*)

Dino A. Cappannini

Los suelos de la zona estuárica comprendida entre la ciudad de Buenos Aires al norte y el arroyo El Pescado, al sur, sobre un ancho medio de 40 kilómetros, contados a partir del borde costero hacia el oeste, están relacionados más estrechamente que en otras zonas, con las condiciones geomorfológicas de la región.

En efecto, pudo comprobarse aquí que además de los caracteres derivados de las condiciones morfológicas comunes de la llanura pampeana, la totalidad de los suelos reconocidos revelan también haber sufrido la acción de fenómenos propios de las áreas bajas y deprimidas.

Esta acción, que se hace más evidente hacia el sur, estaría vinculada con el hecho comprobado de que el área objeto de estudio se corresponde, en profundidad, con una serie de bloques tectónicos (Capital, Quilmeño, Platense y Monte Veloz) los cuales, separados por fallas geológicas intermedias y sucediéndose en forma de escalones descendentes, constituyen algo así como los peldaños de una gigantesca escalera tectónica profunda, que se continuaría más allá de los límites del litoral atlántico.

De acuerdo con los caracteres enunciados y el estudio analítico de siete perfiles considerados como representativos, los suelos hallados fueron separados en 2 grupos: I) suelos de la llanura alta, II) suelos de la llanura baja. A su vez, dentro de la llanura alta, se reconoció:

1. *Suelos de las lomadas loéssicas* (Pradera con fuerte horizonte B textural, planosólica); desarrollados principalmente a partir de los sedimentos loéssicos del Bonaerense y que constituyen los terrenos más altos y de mejor drenaje de la zona.

2. *Suelos de los escalones* (Planosólicos y gley húmicos, intergrado); relacionados con los limos del Ensenadense y con relieves inmediatamente más bajos que el anterior y, por consiguiente, con condiciones de drenaje no tan buenas.

3. *Suelos de las depresiones altas* (Gley húmicos); vinculados con cauces y cuencas de antiguos ríos y arroyos, hoy sólo recorridos por sus nacientes, cuyos fondos están sometidos a periódicas inundaciones.

Dentro de la llanura baja, fueron reconocidos:

4. *Suelos de los llanos inundables interiores* (Aluvionales alcalinos); desarrollados sobre los sedimentos del Lujanense y del Platense que componen la terraza baja postpampiana, ocupan las grandes cuencas interiores excavadas dentro de los terrenos pampianos, como consecuencia del movimiento de ascenso postbonaerense.

5. *Suelos de los llanos inundables costeros* (Gley húmicos salinos); se extienden sobre el llano marginal costero que compone la baja terraza elaborada por las aguas de la ingresión marina querandinense, sobre cuyas arcillas se han desarrollado. Son suelos bajos, de drenaje malo y sometidos a periódicas inundaciones debidas ya a las lluvias o ya al incremento de las aguas del río de la Plata.

6. *Suelos del albardón costero* (Aluvionales a Gley húmicos, intergrado); vinculados con los albardones costeros que bordean la ribera del río de la Plata y sobre los cuales, por sus condiciones edáficas propicias, se ha extendido la típica formación fitogeográfica de la selva bonaerense de Punta Lara.

## CONSIDERACIÓN DE LOS TRABAJOS PRESENTADOS

*Caracterización de los grandes grupos de suelos del Uruguay a través de algunas series típicas*: C. Fynn, H. Tobler Bottini, O. López Taborda y L. de León.

*Bonfils*: La relación calcio-magnesio es una determinación muy importante. ¿Qué podría decirnos?

*De León*: Bueno; cuando desarrollemos el "suelo Tala", que es un grumosol típico, vamos a ver la información que tenemos ahí.

*Foulón*: Con respecto a los suelos salinos de los "blanqueales" del Uruguay, ¿que puede decirnos?

*De León*: Normalmente en Uruguay predominan los suelos del grupo solonetz sobre los solonchak; hay algunos ligeramente salinos, pero lo normal es que sean alcalinos, con alta proporción de sodio y magnesio intercambiables. Generalmente, la suma de sodio más magnesio es mayor que la

de calcio más hidrógeno y los "blanqueales", entonces, son suelos alcalinos y no salinos.

*Serie Tala, un Grumosol típico del Uruguay; su caracterización*: C. Fynn, H. Tobler Bottini, O. López Taborda, L. De León.

*De León*: La serie Tala para nosotros es un grumosol típico del Uruguay y, como decía anteriormente, desarrollado sobre loess pampeano. Este suelo tiene la característica del micro-relieve propio de este gran grupo.

*Geología y Suelos del partido de San Nicolás*: D. A. Cappannini y O. Domínguez.

Leído por el Ing. Papadakis por ausencia de los autores.
Sin debate.

*Suelos y erosión en el Centro este de la región pampeana semiárida*: C. Bonfils, J. E. Calcagno, P. H. Etchevehere, C. R. O. Miaczynski, J. Ipucha Aguerre y L. A. Tallarico.

Sin debate.

*Textura del primer horizonte de los suelos de la provincia de Buenos Aires*: O. Dujmovich, C. Moneda y R. Albornoz.

*Reichart*: ¿Nos podría decir si los estudios se han hecho sobre muestras superficiales o si se ha estudiado todo el perfil?

*Dujmovich*: En realidad estudiamos todo el perfil en una zona únicamente. Hemos dividido la provincia de Buenos Aires en 4 sectores; el horizonte superior lo hemos estudiado en toda la provincia, mientras que los horizontes más profundos únicamente en el sector norte. Próximamente trataremos de completar los datos texturales en todos los horizontes para presentar un nuevo trabajo sobre textura de horizontes inferiores.

*Reichart*: Entonces, es un mapa textural de los horizontes superiores.

*Dujmovich*: Sí, pero tenemos en marcha los estudios analíticos para completar otros mapas.

*Barbagallo*: Ese suelo franco arcilloso, con riqueza en materia orgánica, ¿les dio franco-arenoso al tacto?

*Dujmovich*: Sí, lo va a ver después en una comunicación que voy a leer sobre un trabajo de Magi y Camugli, en el que se documenta el gran contenido en materia orgánica de esos suelos. Aparentemente se presentan como arcillosos y en algunos sectores se resquebrajan según polígonos hexagonales típicos de la arcilla, pero hay análisis mecánico y se ha comprobado el gran contenido de arena, lo que hace que se los haya agrupado dentro de los suelos franco-arenosos.

*Barbagallo*: Pero la contracción del suelo no es solamente por la arcilla.

*Dujmovich*: No, la arcilla es uno de los factores que influye. Éste es un mapa general, para tener una idea panorámica de toda la provincia de Buenos Aires y luego entrar en detalles y hacer trabajos de mayor monta en años futuros.

*Barbagallo*: Yo digo que es muy difícil que un suelo franco-arenoso, con riqueza en materia orgánica, se comporte como arcilloso.

*Dujmovich*: No, no se comporta; yo dije que aparentemente, a simple vista, puede confundirse con un suelo arcilloso.

*Reconocimiento Geoedafológico del tramo del Valle del río Negro entre Chelforó y Darwin*: A. Capello, A. Ferreiro y D. Cappannini.

No se expuso por ausencia de los autores.

*La hoya subterránea del Valle de Concarán de la provincia de San Luis y de Córdoba. Las bases para la organización del riego por bombeo del agua subterránea*: J. R. Guiñazú.

*Pontussi*: ¿Se ha hecho un estudio concreto sobre el caudal disponible en esa cuenca?

*Guiñazú*: Para utilizar el agua subterránea tendríamos que hacer los cálculos del reabastecimiento, cantidad de agua que se infiltra, y metros cúbicos que se puede utilizar; yo calculé que eran más o menos 80 millones. Ahora, los franceses en estudios hechos últimamente en Sahara, en el lago Chad, consideran que la superficie de un pantano con agua subterránea se alimenta de la evaporación de un cuerpo de agua estancada. Puede calcularse que tiene una pérdida de 200 millones de metros cúbicos anuales. Si esto fuera exacto, tendríamos que esa cantidad podría ser bombeada en la parte más alta del valle y ser aprovechada por el riego. Naturalmente, esto no es más que un intento para promover su estudio, hacer los cálculos de los pozos, estudiar el distanciamiento para evitar las interferencias para el

bombeo como ha sucedido en Mendoza, por ejemplo.

*Fantini*: ¿La calidad del agua para utilizar en riego se ha estudiado?

*Guiñazú*: Está analizada en casi todos los pozos.

*Regiones de aguas subterráneas de la provincia de San Luis*: J. R. GUIÑAZÚ.

*Kall*: Quería preguntarle si tenía conocimiento de los estudios que se están haciendo en toda esa zona de Quines y Candelaria, donde se ha determinado una cuenca muy abundante de agua, y si no sería interesante hacer una mención del caudal disponible en esa área.

*Guiñazú*: Según la Dirección de Minas, eran de 30 a 50 mil litros/hora, pero hay otros que han dado un rendimiento mayor. Depende también de cómo se hayan calculado los riegos y capacidades de las máquinas de bombeo.

*Kall*: En este momento existen perforaciones que han llegado hasta la 3ª napa a 120 metros y el caudal es superior a 250.000 litros.

*Guiñazú*: Mi trabajo se ocupa de eso.

*Suelos del Chaco Occidental y su posición en el sistema*: E. P. DE KUSNEZOV.

*De León*: ¿Qué diferencia fundamental encuentra Ud. en esos suelos?

*Kusnezov*: Primero que los suelos chestnut, en castellano castaños, se desarrollan bajo vegetación de pastos; por el contrario, en los marrones hay bosque verdadero, con árboles de hasta más de 20 metros de altura. Además, los suelos castaños tienen carbonatos mucho más arriba que los que tenemos en el Chaco; hay concreciones de carbonatos y los análisis químicos dicen que no conviene aquí la denominación de suelos castaños.

*Papadakis*: Esos suelos, como dije en mi exposición, constituyen un problema en cuyo estudio se progresó en los últimos tiempos; son semejantes a los de la región seca del Mediterráneo y de todas las regiones tropicales. Según los americanos, había tendencia a clasificarlos como Reddish Chestnut, pero como la vegetación, como dijo la doctora, es arbórea, contribuye a que no haya mucho calcáreo en la superficie y que el calcáreo vaya más abajo; además, hay menos materia orgánica y en todo el mundo hay ahora tendencia a clasificar estos suelos separadamente. Los rusos los clasifican en una clase que yo escuché traducida al inglés como Cinnamon (canela); quisiera saber si entre el suelo marrón que Ud. cita y el Cinnamon hay diferencia. Por otra parte, KUBIENA, a suelos de regiones mucho menos tropicales, los clasifica como Braunerde meridional, de manera que la doctora exactamente separa, siguiendo la tendencia actual, a estos suelos de los Reddish Chestnut.

*Kusnezov*: Los braunerde son pardos forestales, más húmedos que los marrones.

*Papadakis*: Sí, éstos son según la clasificación de la 6ª aproximación, del grupo 7.4, mientras que los más húmedos son suelos 7.3.

*Kusnezov*: Así es; son suelos de bosques secos.

*Contribución tendiente a uniformar los símbolos o signos que permiten caracterizar un terreno mediante el mapa de suelos*: J. A. LUQUE.

No se expuso por ausencia del autor.

*Materia orgánica. Contenido del horizonte superior de los suelos de la provincia de Buenos Aires*: E. N. CAMUGLI y A. O. MAGI.

*De León*: Conviene correlacionar las dos cosas; ver hasta qué punto existe correlación entre un grupo de suelos o la serie que se ha identificado, y los niveles de materia orgánica.

*Dujmovich*: Ése será un trabajo posterior. Éste, de la materia orgánica, se efectúa sobre uno anterior y en el futuro trataremos de correlacionar. Tenemos en prensa también el pH del suelo y otras propiedades más; luego haremos las correlaciones.

*Bosquejo de distribución de las grandes regiones de suelos de la República Argentina, con una clave sistemática para su caracterización*: N. MIKENBERG.

No se expuso por ausencia del autor.

*Informe preliminar sobre los suelos de Corrientes, Argentina*: J. PAPADAKIS.

*Papadakis*: Aún no tenemos los análisis, pero hay dos tipos de suelos, uno que es más negro y otro menos negro y por esta razón se clasifican según la 6ª aproximación americana, en diferentes categorías. El horizonte superficial es gris pardo 10 YR 4/2 y más o menos arenoso; sigue un horizonte grueso, decolorado, más suelto y después

un horizonte argíllico, más arcilloso, más gris, 10 YR 5/1, a menudo con motas, características que denotan condiciones hidropédicas. El suelo es muy ácido, pH 5, a veces menos y la acidez aumenta más bien con la profundidad y no hay calcáreo.

*De León*: La impresión mía, si me perdona, es que esos suelos entrarían no dentro de humic gley, sino dentro del gray-podzolic.

*Papadakis*: No, porque exactamente este horizonte B no puede considerarse como de acumulación de sesquióxidos. Esto sería para mí algo análogo a lo que dijeron Uds. para los suelos de la parte este del Uruguay, pero con estas diferencias: los suelos del Uruguay tienen horizontes muy espesos por las condiciones hidropédicas.

*Etchevehere*: Yo quería preguntarle al Ing. De León: ¿en el extremo noroeste del Uruguay, qué materiales tienen Uds.?

*De León*: Nosotros tenemos toda un área basáltica muy grande, que da suelos desde litosoles hasta praderas, fundamentalmente. Los suelos bien desarrollados son suelos de praderas negras y grumosoles.

*Etchevehere*: Yo recuerdo, que en este mismo salón, hace un año y medio, un colega nuestro de Río Grande do Sul, comentó que en un viaje de Riecken habían clasificado como "Brown-Prairie" a suelos que están justamente frente a Corrientes; sería un nuevo gran grupo. También citó allí a los Gray brown podzolic.

*De León*: Bueno, es notable la diferencia en el Uruguay. El material basáltico da siempre suelos negros, aun los superficiales, es decir, los litosoles son negros, en cambio en el Brasil, digamos unos 100 a 200 km más al norte, ya da suelos con tendencia definitivamente roja, pero los nuestros dan praderas negras a grumosoles y serían verdaderos grumosoles porque en eso concordarían con la génesis de los grumosoles de otras partes del mundo, por ejemplo la India, donde sobre materiales básicos de tipo basáltico, se forma ese tipo de suelos.

*Papadakis*: Sí, porque el gradiente climático es muy grande, yendo de Uruguay a esta parte de Corrientes y Brasil. El clima de Uds. es mucho más marítimo y mucho menos cálido que el clima que nos ocupa. Acá la vegetación es pradera, por la humedad excesiva y porque son bajos, pero la vegetación zonal no es pradera, es un bosque muy tupido.

*De León*: Yo creo, según lo que he escuchado, que aquí se trataría indudablemente de suelos hidromórficos.

*Foulón*: En el caso de desaparecer en un determinado momento el impedimento de la napa de agua. ¿Se trataría de suelo fértil?

*Papadakis*: En el caso de los suelos del sur de Corrientes, para mí deben presentar problemas de fertilidad; son casi planosoles, es decir, de la Clase 7.1 que corresponde a los "Claypan planosols", de manera que no serían muy fértiles. Ahora bien, si Ud. considera que en el ambiente de Corrientes, es decir, cálido, los suelos fértiles no abundan, se puede inferir que éstos del sur no presentan desde el punto de vista de fertiiidad grandes problemas, pero sí por la presencia de un B textural. Ahora, los suelos ácidos del norte, aunque no tenemos los análisis, son suelos muy pobres, reducidos a sesquióxidos y arcillas; mucha sílice queda todavía, pero por cierto que por sus caracteres pedológicos todo ha sido lavado.

*Fantini*: ¿Al referirse a los suelos del sur de Corrientes, se refiere a toda la zona sur o a una zona determinada?

*Papadakis*: Me refiero a una zona. Nosotros salimos de Paraná, entramos en Corrientes y seguimos hacia Curuzú Cuatiá. Hay un triángulo en Corrientes que tiene un material semejante al loéssico, con calcáreo, y se ha formado de un material proveniente de una roca básica eruptiva como el meláfiro y que tiene muchos sulfatos. Pero aquí, por el contrario, son arenas venidas del Brasil, de regiones lateríticas, porque son coloradas. Es una idea surgida al azar, pero hemos estudiado los suelos del Delta y presentan semejanzas en su material originario, porque son también arenas.

*Fantini*: Allá la diferenciación está dada por la vegetación natural y también por la cultivada. En el caso de la meseta de Curuzú, los citrus no dan; en cambio, en toda la zona de Monte Caseros, Mocoretá, hasta Paso de los Libres, los citrus andan espléndidamente. Lo mismo ocurre con la zona de Diamante; es zona de cultivo intensivo, de hortalizas; en cambio, en Curuzú, son terrenos arcillosos, como Ud. acaba de decirlo, con materia orgánica, pero los cultivos no marchan.

*Papadakis*: Sí, porque no es cuestión de materia orgánica. El color negro de estos suelos no corresponde a materia orgánica, aunque tienen más que en el norte. El color negro corresponde al

horizonte B; el A es un poco menos negro. Además, algunos suelos tiran hacia el solonetz.

*Informe preliminar sobre los suelos de Misiones, Argentina*: J. PAPADAKIS.

*Fantini*: Yo creo que el Ing. PAPADAKIS hace una diferencia entre los suelos de Misiones del lado del Paraná con los del Uruguay; distingue la formación de los que van hacia el Alto Paraná y los que van hacia el río Uruguay.

*Papadakis*: No; la diferenciación es cuestión de la presencia de la arenisca, pero no se puede decir que toda la parte de una vertiente sea arenisca. Parece que la arenisca está mucho menos difundida como material originario del suelo de lo que aparece en los mapas geológicos. No podemos decir que hayamos hecho un reconocimiento perfecto de Misiones, pero sí que la arenisca es una excepción, si bien, naturalmente, se encuentra en esta parte de Misiones.

*Etchevehere*: Si me permiten. A pesar de que he leído informes donde le dan al material originario de Misiones mucha importancia en la formación del suelo, como geólogo debo reconocer que en realidad ha influído mucho más el clima y, por supuesto, el relieve. Tanto sobre meláfiro, como sobre arenisca, allí sólo se han formado como suelos zonales, los "latosoles pardo-rojizos" y no otra cosa.

*Laserre*: Sí, pero me parece que desde el punto de vista químico los dos suelos actúan muy distintamente; los suelos sobre arenisca son mucho más pobres, tienen una baja capacidad de intercambio.

*Papadakis*: Sí, porque tienen un porcentaje de arcilla mucho menor, y el problema de fertilidad de Misiones —sobre el cual se habla en la comunicación— naturalmente se empeora en el caso de estos suelos sobre arenisca, aunque desde el punto de vista del gran grupo son semejantes a los de meláfiro.

*De León*: ¿El problema de transporte de sesquióxidos en los perfiles, no se ha estudiado todavía?

*Papadakis*: Sucede que la acumulación de sesquióxidos debe considerarse más bien como resultado de la eliminación de otros elementos; lo que parece transportarse en cantidades no muy grandes, pero que se halla en las lateritas hidropédicas, es la gibbsita. Aun en la experiencia de laterización que mencioné en mi relato, en la parte sumergida del tubo que se lavaba para provocar experimentalmente la laterización, se formó gibbsita. Si Ud. tiene en una colina de 200 metros por 60, suelos lateríticos, se acumulan sesquióxidos y se forma una costra de sesquióxidos en el suelo, y éstas son las costras lateríticas de las partes bajas que se mencionan en todas partes.

*Foulón*: Yo quería preguntar por qué ciertos litosoles, suelos de poca profundidad, no responden a una toposecuencia; son suelos negros sobre meláfiro mineral, pero de poca profundidad.

*Papadakis*: No siempre el suelo es joven por la erosión; puede haber erosión en las partes bajas. Además, la cuestión de la erosión se debe tomar como principio, pero puede haber erosión en la parte más baja y no en la más alta; también, a veces la parte alta es llana.

*Informe preliminar sobre los suelos de la parte oriental de Chaco y Formosa (Región algodonera), Argentina*: J. PAPADAKIS.

*De León*: Pienso que probablemente esos suelos sean planosoles muy evolucionados sobre suelos ya seniles, en cuyo caso es posible que todo el horizonte A sea invadido prácticamente por el horizonte $A_2$ y el horizonte B textural vaya subiendo progresivamente.

*Papadakis*: Lo que digo exactamente en mi informe es lo siguiente: estos suelos se desarrollaron bajo condiciones hidromórficas y se formó un B textural. Esto impidió el drenaje; el B textural aumentó de espesor y llegó casi hasta la superficie. Son suelos seniles, efectivamente. El B textural puede llegar hasta los 5 ó 10 cm de la superficie. Yo esto lo interpreto no tanto por erosión del A, sino por crecimiento del B textural hacia arriba.

*De León*: Una pregunta más: ¿cuál es el material generador de estos suelos?

*Papadakis*: Son depósitos lacustres o fluviales-lacustres, es decir, material muy fino depositado por agua; estas aguas, que vienen de la Cordillera, encharcan toda la zona en el período húmedo. Parte de ello es por el B textural, es decir, por las condiciones hidromórficas que crean el B textural; éste a su vez crea condiciones hidromórficas y se origina un círculo vicioso que desemboca en un suelo, como Ud. dice, senil. Si vamos al oeste del Chaco, las condiciones hidromórficas, si bien no desaparecen, son menos frecuentes; son suelos de otra categoría.

*Fantini*: ¿Encuentra alguna relación entre los suelos de esta región y las tres zonas boscosas del Chaco?

*Papadakis*: No hemos podido establecerlo, pero los suelos hidromórficos y los nátrico-hidromórficos se encuentran más bien en las partes bajas; parece, aunque sin certeza, porque no tenemos datos suficientes, que al monte bajo, análogo al de Entre Ríos, corresponden probablemente los hidromórficos de la clase 7.1 y posiblemente el gran grupo 7.16 o sea nátricos o hacia los nátricos. ZAFFANELLA, si lo interpreté bien, es de la opinión que el micro-relieve alto de gilgai, como yo lo llamo, es el monte, y la parte baja es el abra. Aquí nace la cuestión; ¿las abras y los montes no son superficies demasiado grandes para ser un gilgai?; tal vez no toda el abra ni todo el monte estén en las partes más bajas y más altas de la región, pero es una condición que ayuda a interpretar los problemas allí.

*Cerana*: Nosotros tenemos unos siete perfiles bien estudiados con análisis completos y hemos tratado de establecer esas relaciones entre los suelos de las abras y del bosque o monte, pero no logramos datos concretos para aclararlo. Sólo que en el monte encontramos un horizonte superficial con mayor cantidad de materia orgánica y 13 ó 14 cm de un horizonte muy liviano; pero conclusiones, relaciones definidas, sobre por qué está el bosque, por qué el abra, no hemos logrado establecer nada. En cuanto al material, que ha sido bien estudiado, podría decir que son materiales depositados en ambiente húmedo; por eso está muy lavado. En algunos casos excepcionales, había un perfil catalogado en principio como un red podzolic y, hablando con GAY SMITH en Chile, llegamos a la conclusión que era un solod en etapa de degradación, en la quinta fase de SIGMOND, y me dijo el Dr. SMITH que en EE. UU. habían tenido las mismas confusiones. Realmente es un problema interesante.

*Papadakis*: Sí, pero parece que entrando en Santa Fe, según los trabajos de Uds., la proporción de solonetz aumenta.

*Cerana*: Yo me referiré a ello en mi trabajo, más tarde; por eso no lo mencioné.

*M. G. de Zaffanella*: Hay que distinguir el monte con y sin gramíneas. La relación entre esos sectores es interesante, pero no hay ahí un estudio de correlación entre gilgai y suelo de algodón.

*Papadakis*: Así es; pero el mayor argumento en contra de que sea gilgai, es que éste es muy reducido en superficie, mientras que las abras y el monte son extensos, aunque tal vez en la zona estudiada por Uds. en el Chaco el gilgai es más grande, porque puede ser así.

*Prego*: Justamente, yo conozco el problema de Las Breñas que estudiaron los esposos ZAFFANELLA. Hay espacios sumamente reducidos en los cuales se registran diferencias muy apreciables de crecimientos; a veces, en 10 metros tenemos plantas extraordinarias y plantas raquíticas. Eso nunca puede atribuirse a la presencia o ausencia de isletas de vegetación de bosque alternada con pradera, por cuanto un árbol sólo tapa una superficie mucho más grande que la que puede incluir esas variaciones. Así que en el oeste queda descartado que sea atribuíble a la presencia o ausencia de bosque.

*Papadakis*: Para mí es un problema de gilgai. Puede haber gilgai de dimensiones más grandes en otras partes, en el cual no nos fijamos; el Ing. ZAFFANELLA tal vez no lo observa en el relieve, sino en su influencia sobre la vegetación. Nosotros mismos hemos viajado por el Chaco y no se nos ocurrió la idea del gilgai, pues estudiamos esto en trabajos australianos posteriormente al viaje. Puede ser que por efectos del gilgai el subsuelo llegue cerca de la superficie, y por esto es menos fértil, más arenoso, etc. Por razones de brevedad no mencioné los antecedentes de un trabajo muy bueno del Centro de Investigaciones Agronómicas del Chaco; como se ve, allá hay un mosaico de materiales originarios que corresponde a un mosaico de suelos.

*Regiones geoedafológicas de la provincia de Buenos Aires*: D. A. CAPPANNINI y OSCAR DOMÍNGUEZ. (Leído por J. PAPADAKIS.)

*Guiñazú*: La formación arenosa es un sedimento acumulado más tarde, en el pleistoceno; después, con el cambio de clima, se fijó la vegetación en parte de esa zona. Esos materiales son no sólo eólicos, sino también en parte fluviales.

*Papadakis*: ¿A qué parte se refiere?

*Guiñazú*: A la parte arenosa del noroeste de la provincia de Buenos Aires, de Trenque Lauquen hasta 25 de Mayo.

*Papadakis*: Yo no puedo contestar a esta pregunta, por ausencia del autor, pero según los geólogos

que he consultado, se trata de un material eólico y que en parte ha sido trasladado por las aguas, aunque desde el punto de vista edafológico lo que importa es la granulometría del material; éste es muy arenoso y no forma arcilla.

*Guiñazú*: Naturalmente, esa arena de cuarzo no puede formar suelo; la arena del Sahara no puede formar suelo.

*Etchevehere*: Si me permite, para no entrar en una discusión geológica que sería muy larga, le diré que los geólogos del Instituto de Suelos y Agrotecnia, coincidimos en general con GROEBER en el sentido de que estos materiales son eólicos postglaciales, ya que todos o casi todos nosotros creemos en el englazamiento de La Pampa. Además, el llamado hasta hace poco tiempo "médano invasor", no lo consideramos sino como un residuo de la erosión de la región.

*Informe preliminar sobre los suelos de la provincia de Buenos Aires*: J. PAPADAKIS.

*Sra. de Kusnezov*: ¿Qué se entiende aquí por horizonte chernozémico?

*Papadakis*: Los americanos consideran que todos los suelos de grassland, desde 1949 (y esto está en la 5ª aproximación), o sea los suelos prairie, chernozem, chestnut, y aun los brown, forman todos una unidad que en la 6ª aproximación corresponde al orden 5. La característica común de este orden es que el horizonte superficial es oscuro, no tiene colores muy rojos, es profundo, tiene más del 1 % de materia orgánica, los coloides están bien saturados con calcio, y el suelo cuando se seca no se hace duro y tiene buena estructura. Yo lo digo así, algo confuso, pero los americanos lo expresan con cifras precisas, fáciles de retener. Lo llamaron primero "horizonte chernozémico"; ahora parece que lo llaman "mollic", aunque a mí me parece mejor seguir llamándolo chernozémico por ser un nombre bien conocido, aunque el carácter de horizonte chernozémico no lo tienen sólo el chernozem, sino también los brown, prairies, y los chestnut.

*Amor Asunción*: Según la 5ª aproximación, horizonte chernozémico tienen suelos del orden 2, como los "regur" y los "grumosoles", que pueden tener un 35 ó 40 % de arcilla; así que no todos los chernozémicos son de la categoría 5, o sea crestosoles. Además, entre la 5ª y la 6ª hay diferencias de designación.

*Papadakis*: Para ser claro, debo decir que si el suelo tiene los caracteres de un grumosol, que además del 40 % de arcilla tenga relieve gilgai, índices de movimiento, etc., entra dentro de los grumosoles, a pesar de tener un horizonte chernozémico. Pero no todos los grumosoles tienen un horizonte chernozémico; por ejemplo, los "regur" no tienen horizonte chernozémico; son algo excepcional.

*Amor Asunción*: Yo decía que esos otros caracteres pueden existir aunque no fuera chernozémico el horizonte.

*Papadakis*: Sí, pero entonces no entran en la clase 5; más especialmente, los grumusoles son los únicos posiblemente que pueden tener un horizonte chernozémico y no pertenecer a la 5ª categoría y sí en cambio a la 2.

*Descripción de un perfil típico de suelo en los alrededores de Paraná, Entre Ríos*: G. A. SCARTASCINI.

*De León*: ¿Se hizo la determinación del tipo de arcilla?

*Scartascini*: No, determinación del tipo de arcilla no se hizo; sólo se observó al microscopio la fracción superior a 53 micrones de diámetro. La arcilla no se estudió por carecer de los elementos apropiados para hacer ese trabajo.

*De León*: Yo quiero decir respecto a esto, que en Uruguay nosotros también tenemos algunos problemas con el pampeano. Tenemos una franja como de 100 km de ancho en el sur del país cubierta por pampeano, y algunas pruebas mineralógicas muestran la predominancia de las fracciones gruesas de cuarzo y minerales oscuros no magnéticos, cuarzo lechoso y transparente que engloba también mica biotítica verdosa alterada, vermiculita y turmalina, feldespato algo redondeado; en las fracciones intermedias, también cuarzo, feldespato, microclino y albita, con alteración bastante profunda.

*Scartascini*: Bueno, estoy de acuerdo con lo que Ud. manifiesta y voy a informar que hace ya un año me mandaron del Uruguay algunas muestras. Las mismas me fueron enviadas por la Dirección de Minas y Geología del Uruguay y por algunos investigadores que trabajan en el Museo de Montevideo. Yo he estudiado esas muestras y efectivamente he visto una predominancia de cuarzo. Aquí en los trabajos de nuestro país aparece todo lo contrario; por eso yo creo que

bajo la denominación de "loess pampeano" se engloban diversos tipos de sedimentos; diversos, tanto desde el punto de vista mineralógico, como genético.

*De León*: Quisiera agregar que los tipos de arcilla predominantes en esos materiales en mi país son montmorillonita e illita y, además, que nosotros, en la parte oriental del país, tenemos un material que también se considera loéssico. Ahora bien; desde el punto de vista edafológico, el suelo que se ha formado allí es muy evolucionado, muy lixiviado, con muy bajo nivel de bases, gran hidrogenación del coloide, cosa que nos parece anormal para un material tan joven como el pampeano. Esto nos hace pensar en la posibilidad de una depositación pampeana bastante más antigua que la que nosotros estamos acostumbrados a ver y tratar. De estos materiales no tenemos estudio mineralógico; sólo podemos hacer una apreciación desde el punto de vista edafológico, pero me parece muy interesante, porque justamente esto se correlaciona con la apreciación que acaba Ud. de hacer.

*Kusnezov*: ¿Puede decirnos qué tipo de suelo se desarrolla sobre ese material?

*Scartascini*: Yo sólo lo he considerado desde el punto de vista mineralógico y fisicomecánico.

*Cerana*: Por lo que ha dicho el Ing. DE LEÓN, veo que hay muchas analogías entre ese material que citó y el loess de San José de la Esquina.

*Scartascini*: Repito que bajo el nombre de loess se engloban diversos tipos de sedimentos. Habría que hacer un estudio mucho más racional y sistemático de esos materiales.

*Reconocimiento para conservación del suelo en la Estación Experimental Agropecuaria de Loreto, Misiones*: C. V. QUEVEDO y C. A. BELLÓN.

*De León*: ¿Cuál es el régimen pluviométrico de la zona?

*Quevedo*: Aproximadamente 1.800 milímetros; muchas veces son lluvias torrenciales.

*De León*: ¿Y qué características tienen los suelos?

*Quevedo*: Allí tenemos tierras coloradas y "ñaú": los ñaú son los suelos bajos. Tierras coloradas hay de varios tipos, que ya el Ing. PAPADAKIS caracterizó; algunos de estos suelos son más jóvenes que otros.

*De León*: Estoy completamente de acuerdo con Ud.; es probable que los límites del grado de pendiente sean demasiado amplios, con un régimen torrencial y en suelos de baja infiltración. Nosotros en Uruguay, con baja precipitación, pero con régimen de lluvias torrenciales, tenemos suelos a los que si no aplicamos medidas decisivas de conservación provocan graves problemas, en clases clasificadas como de 5 a 6 % de pendiente.

*Quevedo*: De acuerdo. Ahora bien; con respecto a la infiltración, le diré que estando en una ligera pendiente, el agua no infiltra casi nada; hay escurrimiento superficial más que infiltración.

*De León*: La presencia de un horizonte B textural en este suelo, con una arcilla muy definida, me da la impresión de que debe ser de baja permeabilidad, evidentemente.

*Papadakis*: Lo que dice el Ing. QUEVEDO sobre la baja infiltración es verdad en parte; se refiere a suelos con la roca madre cerca y entonces hay ese impedimento. Pero fuera de este caso, la circulación del agua es muy fácil; son suelos de muy grande permeabilidad. Quiero agregar que me han impresionado las recomendaciones de este trabajo porque son muy prácticas.

*Quevedo*: Quiero aclarar que cuando estamos en posición plana hay mucha permeabilidad; en cambio, donde hay una pendiente de 1 ó 2 % escurre más agua de la que penetra, a no ser que el suelo esté cubierto por vegetación que favorezca la infiltración.

*Reichart*: Si bien es evidente que los suelos de Misiones tienen en esa zona las características que mencionó el Ing. PAPADAKIS de que son sumamente permeables, ello no puede generalizarse, porque hay variaciones muy marcadas en espacios muy reducidos. Puedo citar un caso: en determinaciones de permeabilidad hechas con muestras tomadas con cilindros en un perfil, los primeros 15 ó 20 cm tienen una capacidad de infiltración equivalente a alrededor de 25 a 30 milímetros de agua por hora y debajo de esa capa disminuye la permeabilidad a menos de un milímetro, es decir, que las diferencias de permeabilidad entre el primer y segundo horizonte son muy grandes.

Esto trae como consecuencia que si se producen lluvias torrenciales, pero de poca magnitud, y se halla el suelo más o menos seco, el espesor de esta 1ª capa puede absorberla y dar la impresión de que hay una permeabilidad elevada; pero si las lluvias son más persistentes y continúan por uno o dos días, y se producen cuando hay

una cierta humedad en el suelo, y la capacidad de esa capa no alcanza a absorber la totalidad del agua, entonces comienza el escurrimiento y el suelo funciona como poco permeable o impermeable. De ahí que a veces ciertas lluvias ocasionen fenómenos de erosión intensa y otras veces parecería que no fuera así. Yo también tenía la impresión de que en general los suelos de Misiones eran muy permeables, pero cuando se los empieza a estudiar encuentro que la permeabilidad es variable y distinta según las condiciones locales. Finalmente, quisiera preguntar si el reconocimiento abarcó la totalidad de la Estación Experimental.

*Quevedo*: No, solamente 175 hectáreas del total de 275.

*Reichart*: ¿La parte que está con selva y monte no ha sido reconocida?

*Quevedo*: Una parte sí; ha sido reconocida la mitad del lote 40 y el lote 29 totalmente.

*Reichart*: Pregunto eso, porque ahora que se ha hecho el estudio y se hacen esas recomendaciones, parece ser que se levanta la Estación.

*Quevedo*: Eso es lo que yo más siento.

*Los suelos de la Patagonia y sus aptitudes para riego*: I. BANDURA.

*Montero*: ¿Qué tipo de flora nativa seleccionó como indicadora de suelos?

*Bandura*: Tenemos varios tipos de flora indicadora. Por ejemplo, sobre suelos salinos hay flora específica como el pino negro; para suelos castaños hay varias especies, como la paja vizcachera, que, en general, se encuentra sobre suelos de pradera.

*Montero*: Refiriéndonos específicamente a Santa Cruz, ¿puede especificar el nombre científico de la paja vizcachera que usa como indicadora?

*Bandura*: Yo mostré un perfil con indicadoras de suelos. En todos los suelos grises se encuentra jarilla, matasebo, chilladora; sobre suelos grises muy humíferos, se encuentra chañar, piquillín, jarilla; en suelos más pobres hay matorro, que también se halla sobre salitrales. En mejores suelos hay alpataco o chañar. En Santa Cruz desaparece este tipo de arbustos y aparecen otros tipos; esto que digo es en la parte cercana a San Antonio Oeste, en Río Negro.

*Montero*: Pero en Santa Cruz, ¿qué especies vegetales tomó como indicadoras de suelos?

*Bandura*: Allá la vegetación es muy pobre y no dispongo de datos referentes a especies indicadoras, pero sí poseo para Chubut, Río Negro, Neuquén y más al norte.

*Bonfils*: Quisiera pedirle al profesor BANDURA me indicara en qué lugar de la Patagonia encontró algún chernozem, teniendo en cuenta la aparente similitud del ambiente patagónico con el ambiente ruso.

*Bandura*: En la Patagonia no hay suelo chernozem; no existe por el clima y por todas las otras condiciones que no permiten desarrollar ese suelo, pero en la Argentina hay chernozem. Yo no estoy conforme con que se diga que el nombre de chernozem sea anticuado, puesto que todavía no ha sido aprobado en ningún congreso otro nombre; por eso seguimos nosotros usando éste.

Por el contrario, esta clasificación se está ahora desarrollando. En la revista de Pedología del año 59 se indican 12 grupos de chernozem y yo vi en la provincia de Buenos Aires chernozem parecidos a los de Ucrania. Hay varios tipos de chernozem, parecidos pero con menor espesor y menos humíferos, con 3, 4 y hasta 5 % de materia orgánica; el primer grupo tiene 8, 10 y hasta 12 % de humus. DOKUCHAIEV en un estudio analiza un tipo de tierra de Buenos Aires, sacada de esta provincia; determinó que ése era un tipo de chernozem parecido al "chernozem muy poco humífero".

*Etchevehere*: ¿Encontró Ud. ese tipo de chernozem? ¿En qué lugar de la provincia de Buenos Aires?

*Bandura*: Lo encontré en la provincia de Santa Fe; sólo vi una calicata en un reconocimiento especial; por suerte he visto miles de perfiles de chenozems de Ucrania y por eso puedo determinar que era un chernozem poco humífero.

*Cerana*: ¿Podría indicar el lugar?

*Bandura*: No lo recuerdo. Era al sur de Santa Fe; lo anoté en mi libreta, pero ahora no recuerdo.

*Cerana*: Estoy de acuerdo con que la vegetación autóctona puede dar un fiel reflejo de las condiciones reinantes actualmente y cómo se está comportando en esas condiciones el suelo, pero que pueda servir como indicador de la aptitud y del empleo del riego y del arado, me parece que no puede reemplazar a los métodos clásicos.

*Bandura*: No, esto se refiere especialmente para tierras vírgenes donde no hay cultivos, ni riego,

ni aradas; estos indicadores sirven para estudios edafológicos, pero no en tierras trabajadas.

*Comunicación sobre trabajos agrológicos realizados por la empresa Agua y Energía Eléctrica*: R. E. WYDLER.

Sin discusión.

*La influencia del Embalse El Nihuil en la salinidad de sus aguas y en los regadíos*: L. P. F. DE GUIRAUT.

*Pontussi*: ¿Cuántos perfiles se estudiaron?

*De Guiraut*: En la zona del río Bermejo nosotros tenemos el estudio de los materiales en suspensión del río enviados por KONZEVITCH. No tenemos estudios de suelos.

*Giménez*: Sí, sólo materiales enviados por Hidrología.

*De Guiraut*: Puede haber algún ensayo, pero no en forma orgánica.

*Wydler*: Quiero hacer una aclaración. En realidad, se efectuó un estudio de reconocimiento en 1954 para un embalse que se iba a hacer en Peña Colorada, pero no sé si se extrajeron muestras.

*De Guiraut*: No sé; nosotros en eso no hemos intervenido.

*Romanella*: Quería preguntarle si para el estudio de la influencia de la cuenca del Nihuil, con respecto a la calidad del agua de riego, tuvieron en cuenta los análisis que se realizaron por convenio con la Universidad de Cuyo.

*De Guiraut*: Sí, en este informe hago la observación. El Instituto de Riego de la Universidad de Cuyo presentó en marzo de 1950 un primer informe, cumpliendo con el convenio celebrado con Agua y Energía sobre análisis practicados en 1949. Allí se dice que hasta ese año no se ha comprobado un aumento efectivo de la salinidad de las aguas para riego, por causas del embalse en Nihuil; sólo se produjo en octubre, por excepción, pero se normalizó en diciembre. Las aguas del Atuel son de muy buena calidad para el riego, por lo que no presentaron problema alguno. El río Salado presenta en su curso superior un fenómeno de salinización rápida en un corto trecho, que hace bajar enormemente la calidad del agua desde un coeficiente que la califica como muy buena a regular. En este estudio se da cuenta del análisis y datos de varias reparticiones que puedo citar.

*Estudio agrológico con fines de riego de la zona de influencia del canal de Santiago del Estero, provincias de Salta y Santiago del Estero*: R. E. WYDLER.

*Estudio agrológico con fines de riego de la zona de influencia del canal del río Bermejo, provincias de Salta y Chaco*: R. E. WYDLER.

*Reconocimiento agrogeológico con fines de riego de la banda norte del río Bermejo, provincia de Salta*: E. A. TAKACS, R. E. WYDLER y D. H. BUITRAGO.

*Reconocimiento agrogeológico con fines de riego en la zona del río Teuquito en la provincia de Formosa*: E. A. TAKACS, R. E. WYDLER, H. T. MASOTTA y D. H. BUITRAGO.

*Reconocimiento agrogeológico con fines de riego en la zona de influencia de los canales del río Bermejo en la provincia de Salta*: E. A. TAKACS, H. T. MASOTTA y D. H. BUITRAGO.

*Estudios complementarios para la planificación de la colonización en la zona comprendida entre el puerto de cabecera y la localidad de Rivadavia en la provincia de Salta con especial referencia a las posibilidades ganaderas*: Comisión Nacional del Río Bermejo.

Se consideran en conjunto.

*Capurro*: A pesar de lo que he oído, creo poder afirmar que el vinal en realidad se encuentra en todo tipo de suelo. Además, como formoseño, lamento que a mi provincia se le haya adjudicado poca agua.

*Pontussi*: Con respecto a las precipitaciones, a veces sucede que hay chaparrones que no se tienen en cuenta. Entiendo que se calculan todas las lluvias. ¿Se procedió así?

*Wydler*: Bueno, se tomó sólo el 60 % del total.

*Papadakis*: Yo también creo que los números señalados son algo bajos, por ejemplo, para la caña de azúcar, cerca de Rivadavia, Salta, se necesitarían más de 1.500 milímetros. Es muy importante para nosotros el estudio hecho en Formosa, lo mismo que las correlaciones interesantes que se han hecho sobre suelo-vegetación. Agrego un pequeño detalle: THORNTHWAITE y BLANEY-CRIDDLE son índices de uso local. El último no tiene en

cuenta la humedad relativa y las temperaturas máximas, y dio para el oeste de EE. UU. resultados malos; el otro índice es empírico, pero puede aplicarse cambiando el coeficiente K. De cualquier modo, los caudales calculados deben ser aumentados en un 50 %.

*Wydler*: Aclaro que eso ya se ha hecho.

*Pontussi*: Me parece que estos proyectos adolecen de la falla de aceptar los cálculos hechos por cada una de las provincias interesadas y que eso no va a ser suficiente.

*Moretti*: Si me permite, le aclaro que las cifras señaladas se refieren a porcentajes que les corresponderán a cada una; no son cantidades absolutas de agua.

*Pontussi*: Yo digo que ese cálculo de 0,23 l/s por hectárea deberá ser muy aumentado y calculado para los cultivos más importantes.

*Wydler*: En el planeamiento se va a ir ampliando posteriormente.

*Fantini*: También es muy importante que se hable de desagües. Es otro problema que hay que tener en cuenta.

*Suelos de la fracción norte de los bajos submeridionales de la provincia de Santa Fe*: A. CERANA.

Sin discusión.

*La génesis de los suelos salinos de la Argentina. Contribución a su conocimiento*: R. GUIÑAZÚ.

Sin discusión.

*La erosión en el partido de Bartolomé Mitre*: J. IPUCHA AGUERRE.

Sin discusión.

*Suelos de la zona estuárica comprendida entre la ciudad de Buenos Aires al norte y el arroyo El Pescado al sur*: D. A. CAPPANNINI.

(Leído por el Ing. J. PAPADAKIS por encargo del autor.)

Sin discusión.

INFORME DE LA COMISIÓN

Ante esta Comisión V se presentaron 36 informes (24 trabajos, 11 comunicaciones y 1 ponencia), si bien uno de los primeros es de índole mineralógica.

A los fines de poder apreciar el estado actual de esta especialidad, le ha parecido conveniente a la Comisión clasificar los informes recibidos en temas o subtemas. Se aclara que sólo fueron tratados en su seno 30 informes, por no haberse hecho presente los autores de los 6 restantes.

Se consideraron tan sólo 4 trabajos de estricto relevamiento cartográfico de suelos con la respectiva clasificación sistemática de los mismos (uno de ellos con carácter de preliminar) y 9 informes sobre caracterización cartográfica regional, a veces también preliminares.

De los trabajos de cartografía y clasificación, tienen carácter detallado o semidetallado, sólo 2 de ellos. Si tenemos en cuenta que uno de éstos fue presentado por colegas de la República Oriental del Uruguay, queda un saldo bastante decepcionante en cuanto a los trabajos de relevamiento detallado o semidetallado de los recursos edáficos que se desarrollan en nuestro país. He aquí un punto donde la investigación parece adolecer de escasez de especialistas.

Trabajos especiales de clasificación y caracterización preliminares de suelos, se han comentado en esta Comisión sólo 2 ó 3 más; total: 15 trabajos de estricta especialidad. Cabe agregar 7 informes agroecológicos y agrológicos; el resto pertenece a ramas sólo afines a la Ciencia del Suelo. Es de hacer notar que, a pesar de ser esta Comisión la que tuvo, como se ve, la mayor cantidad de informes recibidos, resalta la escasez relativa de trabajos de caracterización y clasificación de suelos del país y, sobre todo, de la representación cartográfica de las unidades de mapeo internacionalmente reconocidos.

En este sentido, y ateniéndonos a lo que se trasluce en esta Reunión como índice de lo que se está haciendo en el país en este momento dentro de la especialidad, cabe hacer presente la preocupación por la falta de suficientes edafólogos que cumplan en un tiempo más o menos corto la tarea de catalogar sistemáticamente y cartografiar nuestros suelos.

La mayor parte del país aparece así casi totalmente desprovista de estudios sistemáticos de sus suelos con criterios modernos de clasificación; se nota especialmente la escasa difusión de los nuevos

sistemas de agrupaciones de unidades pedológicas.

Surge, sin proponérnoslo, la comparación con lo realizado por países vecinos; hemos oído describir levantamientos semidetallados de áreas donde ya se llega a caracterizar "fases", la más detallada de las unidades sistemáticas de clasificación. En la categoría de "Grandes Grupos" no es menos negativo el resultado; sólo con carácter de regionales, han sido presentados mapas o bosquejos de grupos o asociaciones de suelos, con escasísimas excepciones.

Entiende esta Comisión, que en comparación con los adelantos que pueden notarse en otras especialidades, el número de edafólogos especializados en clasificación y cartografía no manifiesta aumento sensible. Cabe recalcar que ello no extraña; basta citar el caso del Instituto de Suelos y Agrotecnia, tal vez la institución que lleva mayor responsabilidad en esa clase de investigaciones y que sólo cuenta en este momento con 5 técnicos para desarrollar la casi titánica tarea de hacer el relevamiento de las unidades edáficas del país.

Resumiendo: se solicita que la Reunión Plenaria haga suyo el anhelo de esta Comisión, en el sentido de que se intensifiquen las labores de reconocimiento y relevamiento de los suelos en las regiones donde desarrollan sus respectivas labores los técnicos edafólogos, y se exhorta a las instituciones responsables a que estimulen la preparación de investigadores en la rama de la caracterización de las unidades edáficas y el permanente contacto con los centros especializados del exterior, y muy especialmente, con los de los países vecinos.

Además, la Comisión solicita autorización para hacer suya la ponencia presentada por el cartógrafo Guillermo Luis Estany, quien propicia la unificación cartográfica de los levantamientos pedológicos. Con la respectiva aprobación, se adjuntará la misma al presente informe.

# SESIÓN DE LA COMISIÓN VI.—TECNOLOGÍA

*Presidente*: HERIBERTO G. FISHER.
*Secretario*: CASIANO V. QUEVEDO.

## DISERTACIÓN DEL RELATOR, JORGE S. MOLINA

### Tecnología de suelos

INTRODUCCIÓN

Entre las conclusiones finales, que con motivo de la visita del Dr. HUGH H. BENNETT a nuestro país en 1957, publicara la Asociación Amigos del Suelo, se expresaba textualmente lo siguiente:

"En nuestro país hemos progresado mucho en materia de zootecnia y fitotecnia, pero nos encontramos por el contrario en un lamentable atraso en lo que respecta a la agrotecnia.

"Entendemos por agrotecnia el manejo total de la explotación agropecuaria, lo que incluye el uso de rotaciones adecuadas, un manejo apropiado de las pasturas, la lucha contra la erosión, el conocimiento de métodos prácticos de mantener la fertilidad del suelo, los mejores métodos de alimentación del ganado, el logro de altos rendimientos a bajo costo y sin agotar los suelos, el empleo de las maquinarias más adecuadas a cada tipo de explotación, la buena implantación de cultivos, etc.

"Es necesario reaccionar de inmediato contra este estado de cosas a fin de eliminar los cuantiosos perjuicios que ocasiona al país el desconocimiento casi total de métodos elementales de buen manejo de la explotación agropecuaria" (**1**).

Las firmas que figuraban al pie de estas conclusiones incluían a muchos de los más destacados productores y profesionales del país, lo que da a las mismas una importancia excepcional.

No es exageración entonces indicar que nuestro atraso en la tecnología de manejo de suelos es la causa fundamental de nuestra escasa producción agropecuaria actual.

Existe una frase muy corriente en la producción industrial norteamericana, *the bottle neck* (el cuello de la botella) para indicar en cualquier proceso el factor debido al cual en ese momento se traban las posibilidades generales de producción de una fábrica o de una industria entera.

Este factor límite, *the bottle neck* de la producción agropecuaria argentina, es el atraso tecnológico en el manejo de los suelos de una gran mayoría de nuestras explotaciones agrícolo-ganaderas.

Esperamos que las diversas contribuciones que se presenten a este congreso contribuyan a mejorar nuestra situación a este respecto, tan decisivo en todo sentido.

Por nuestra parte nos limitaremos en razón del tiempo disponible a hacer una rápida reseña de los principales adelantos tecnológicos en el mundo y en nuestro país que pueden contribuir a resolver la crítica situación argentina actual.

*Estamos en la República Argentina y en setiembre de 1959.* El nuestro es un país en plena crisis económica y sus posibilidades inmediatas son muy limitadas.

Es imperioso por lo tanto comprender que en esas circunstancias, muchos de los adelantos tecnológicos de otros países nos están vedados, por lo menos temporariamente. El aporte principal que pueden hacer los técnicos en suelos, es el de tratar *con los elementos disponibles y con los recursos económicos actuales* de obtener el máximo provecho para el país.

Existe una especie de espejismo entre muchos productores e incluso algunos técnicos argentinos que los lleva a creer que sólo utilizando el último insecticida, abono o herbicida o la maquinaria aparecida en el último catálogo de alguna firma americana, es posible producir bien y económicamente.

La realidad argentina en nuestra opinión es muy diferente. *Existen grandes posibilidades de aumento de la producción y de disminución de los costos siguiendo un camino muy distinto y con los elementos disponibles actualmente en el país.*

### Resumen de los principales adelantos tecnológicos en el mundo y su aplicación en nuestro país.

I) *The grassland farming.*

Según Stalling (**2**) la agricultura en los Estados Unidos está sufriendo actualmente los mayores cambios desde la colonización de ese país, hace ya dos centurias.

"En el pasado los norteamericanos —según sus propias palabras— fueron cultivadores de maíz, cereales, algodón y tabaco. Actualmente esto está sufriendo una radical transformación. De una actividad dedicada puramente a cultivos anuales para cosecha ('cash crops') se está tratando de llegar a un cultivo de praderas en gran escala.

"Es un gran movimiento al que se le asignan características de verdadera cruzada y que está destinado a modificar profundamente toda la estructura agrícola norteamericana."

Entre las principales razones de esta verdadera revolución agrícola, pueden mencionarse según Stallings las siguientes:

"1º) Las praderas tienen un potencial enorme de producción si se las maneja adecuadamente. En un buen pastoreo se pueden obtener cerca de $2^1/_2$ veces el equivalente alimenticio producido por un maizal promedio del Corn Belt de los Estados Unidos.

"2º) Las praderas producen alimentos a un costo más bajo y con mayores beneficios por unidad hombre-hora que las tierras cultivadas. Vacunos, porcinos, ovinos e incluso aves de corral mantenidas sobre praderas disminuyen verticalmente los costos de alimentación. Se han logrado producciones de 8.000 libras de leche por año sin ninguna clase de concentrados ni de granos.

"3º) El aumento de las praderas permitirá reducir el déficit de manteca, leche, carne, huevos, etcétera, de la alimentación norteamericana a un costo muy bajo y sin interferir con otras producciones agropecuarias.

"4º) Las praderas son indispensables en rotación con los cultivos anuales para asegurar el máximo rendimiento del maíz, cereales, algodón, etc. La roturación anual provoca serias pérdidas de suelo por erosión que se pueden evitar mediante un período de explotación ganadera o granjera con praderas de gramíneas y leguminosas".

Conclusiones semejantes se han obtenido en Inglaterra, donde el establecimiento de rotaciones con cuatro años de pradera y cuatro años con agricultura ha permitido obtener rendimientos de hasta 57 quintales de trigo por hectárea, *sin usar fertilizantes químicos.*

Existen numerosas explotaciones inglesas donde estos sistemas se aplican en gran escala desde hace muchos años con excelente resultado. Incluso se han publicado libros indicando todos los detalles de los métodos empleados: Sykes (**3**), Turner (**4**), etcétera.

En nuestro país este método tan nuevo en los Estados Unidos, se aplicaba anteriormente en muchos establecimientos agropecuarios y su extensión a todas las explotaciones agrícolas argentinas produciría el avance tecnológico más grande posible con los elementos actuales.

En las estancias bien manejadas era el método tradicional, como lo ha indicado el Dr. Alberto Boerger (**5**) quien dice textualmente:

"Desde este punto de vista (la rotación) se registra en la Argentina una experiencia empírica de singular valor primordialmente en lo referente a la utilización de los alfalfares como método de regeneración de tierras destinadas a agricultura. El cultivo de esta leguminosa, la reina de las forrajeras, con su raíz pivotante capaz de buscar su alimento en las capas inferiores de la tierra, es uno de los mejores métodos restauradores de la fertilidad del suelo. La siembra de la alfalfa representa una excelente medida de rotación, cuyos efectos benéficos sobre la fertilidad se acentúan aún más al ser sometido el alfalfar a pastoreo, una práctica ya definitivamente arraigada en vastas zonas de la Argentina. No digo novedad a mi distinguido auditorio argentino al citar la influencia excepcionalmente favorable de un alfalfar destinado al pastoreo sobre la producción agrícola posterior, siendo conocido el elevado rendimiento, tanto de los trigales como de los maizales instalados en el rastrojo de la alfalfa".

La revolución tecnológica más urgente en la Argentina, para la cual se cuenta con una valiosa experiencia empírica, es la de tratar de lograr en todo tipo de explotaciones, aún en las más pequeñas, la rotación de períodos puramente agrícolas de destrucción de la fertilidad del suelo con otros períodos de reconstrucción de esa misma fertilidad, mediante la implantación de praderas de gramíneas y leguminosas, y un pastoreo moderado de las mismas.

La práctica tradicional de muchas estancias de

mantener en arrendamiento por tres o cuatro años los potreros y destinarlos posteriormente a alfalfares y finalmente cuando éstos declinaban volver con otro período agrícola, es un manejo ideal desde el punto de vista técnico, pero actualmente imposible en la práctica debido a obstáculos muy serios, como leyes de arrendamientos, etc.

Sin embargo, el principio básico sigue siendo el mismo, ya sea que se obtenga mediante el arrendamiento del campo o la explotación directa por los propietarios. Hay que alternar períodos de agotamiento de la fertilidad del suelo (cultivos anuales para cosecha) con períodos de reconstrucción (praderas de gramíneas y leguminosas).

El sistema actual, mediante el cual el chacarero arrendatario permanece años y años en la misma fracción, trabajando cada día más para obtener cada vez menos de un suelo agotado, no es evidentemente el más adecuado. El gran papel que le corresponde llenar a la tecnología argentina de suelos es tratar de implantar en la pequeña extensión, métodos similares a los que dan excelente resultado en gran escala. Esto es perfectamente posible y ya ha sido logrado por muchos chacareros progresistas en diversas regiones del país, ejemplo que debería ser difundido adecuadamente por todos los medios posibles.

Toda esta valiosa experiencia práctica argentina está en camino de perderse en medio de la confusión reinante en materia de asesoramiento agrícola y lo que es más grave aún, cuando otros países descubren recién los beneficios extraordinarios de la "grassland farming", en la Argentina se tiende a abandonarla en escala creciente.

La "grassland farming" argentina ha permitido producir carne y granos *al precio más bajo del mundo* y en cantidades suficientes para abastecer el consumo interno (uno de los más altos del mundo) y proveer al mismo tiempo el 95 % de nuestras divisas.

Su implantación en gran escala en todos los establecimientos, juzgamos que permitiría no sólo recuperar económicamente la tradicional fertilidad de nuestros suelos, sino incluso incrementar en forma extraordinaria la producción de carne y granos de nuestro país.

Frente a un rendimiento promedio de 100 kg de producción de carne por hectárea y por año (peso en campo) que es según muchas estadísticas un promedio aceptable para la pradera pampeana, ha sido posible obtener 240 kg/ha/año en establecimientos que emplean este sistema tanto en explotaciones de 100.000 ha como en otras de escasamente 2.000.

En un establecimiento, en sólo muy pocos años, se logró aumentar de 145 kg/ha/año de producción de carne a cerca de 205 kg y sigue en aumento.

Afortunadamente existen productores y profesionales que en medio de la tremenda desorientación actual están tratando de dar nuevo valor a estas verdades viejas, que recién están siendo consideradas en todo su valor en un país que en tantos otros sentidos siempre ha marchado a la vanguardia del progreso, como lo es Estados Unidos.

A este respecto son especialmente importantes los trabajos de Frers (**6**), Edwards (**7**), Bordelois (h.) (**8**), Sauberán y col. (**9**), etc.

Una de las grandes ventajas de este sistema es que permite reducir verticalmente las necesidades en maquinaria agrícola de un establecimiento, lo mismo que los gastos de arada, rastreada, etc.

En un establecimiento de 2.500 ha en la provincia de Buenos Aires en el que hace tres años no les alcanzaba la maquinaria disponible, ahora con la implantación de este sistema, complementado con el "stubble mulch" que veremos a continuación y evitando el sobrepastoreo, se ha producido la situación curiosa de que les sobra maquinaria y actualmente están vendiendo dos tractores orugas por innecesarios.

En el establecimiento posiblemente mejor manejado de toda la zona de invernada un solo tractor mediano es suficiente para 2.000 ha de campo con alfalfares y verdeos en su totalidad, con sólo ocasionales ayudas de contratistas.

Para comprender la causa de lo que antecede es necesario una breve explicación.

Un suelo agotado por muchos años de agricultura anual y a causa de la disminución de su contenido en materia orgánica tiene una densidad mucho mayor. Por lo tanto el esfuerzo de arar a la misma profundidad es muchísimo más grande.

Datos del Soil Conservation Service de los Estados Unidos (**10**) indican que un suelo agotado pesa cerca de 550 toneladas más por ha (peso promedio de 18 cm de suelo en profundidad) que un suelo bien manejado con un sistema adecuado como el que se ha indicado. Con un 25 % menos de materia orgánica, el aumento de peso oscila entre 250 y 750 toneladas por hectárea, lo que exige más potencia para arar y un consumo de combustible un 30 % mayor en los casos extremos.

En uno de los peores casos de empobrecimiento

y compactación de suelos que hemos tenido ocasión de apreciar en el país, en una chacra algodonera de la zona de Presidencia Roque Sáenz Peña (Chaco), había necesidad de tener tres tractores medianos para sólo 100 ha de cultivo y no daban abasto.

Otro aspecto fundamental de la ''grassland farming'' es la mejor infiltración de las aguas de lluvia. Según datos de Estados Unidos (**10**) en un suelo en buenas condiciones pueden penetrar hasta 303 mm de lluvia por hora, mientras que en un suelo agotado por un mal manejo, sólo penetran en igualdad de circunstancias 5 mm por hora.

La profundidad a que llega la humedad en uno y otro caso es de cerca de 16 veces mayor en el suelo bien manejado.

*Disminución de costos, aumento y regularización de la producción y mantenimiento de la fertilidad del suelo* son los tres puntos básicos que se pueden lograr con una ''grassland farming'' o agricultura ganadera (o granjera) bien encarada.

II) *Stubble mulch farming.*

En un libro publicado en 1943 con el sugestivo título de *Plowman's Folly* y traducido al castellano como *La insensatez del labrador,* un agricultor norteamericano, E. H. Faulkner, criticó severamente al arado de vertedera y lo acusó de ser el causante de la mayoría de los males que afligen a la agricultura moderna, agotamiento y erosión de suelos, carencia de minerales, etc.

En el comentario editorial de ''Soils and Fertilizers'' (**11**) en 1944 se dice textualmente lo siguiente:

''El Dr. Bennett expresa con respecto al 'stubble mulch farming' (cultivo bajo cubierta) que constituye una revolución en las prácticas agrícolas y es la más promisoria medida conservacionista de los últimos tiempos...

''Stubble mulch es un término técnico empleado por los conservacionistas para definir a aquel proceso de proteger las tierras cultivadas o desnudas en una forma tal que conserve al suelo y al agua y se reduzca la evaporación por medio de una cobertura parcial o total del suelo por un rastrojo o residuo vegetal...

...''Los países nuevos donde la conservación del suelo y del agua constituyen problemas prácticamente desconocidos en aquellos suelos del noroeste de Europa donde se originó el arado de vertedera, pueden encontrar que el arado de inversión no es el implemento más adecuado para sus suelos.

''El uso del arado de vertedera en tales países puede llegar a ser después de todo, poco más que un recuerdo tradicional de las muy diferentes condiciones de la Europa Occidental.

''Algunas cuestiones relacionadas con el 'stubble mulch' no están aún resueltas. Los residuos dejados en la superficie pueden albergar insectos en una proporción peligrosa. El rol de las malezas y los métodos de combatirlas son materias aún por resolver, pero así, creemos nosotros, debe haber ocurrido siempre con cualquier sistema nuevo de cultivo''.

Stallings en 1957 (**12**) expresa:

''Durante 7.000 años hemos considerado que solamente el deslizamiento del agua ocasionaba la erosión. Ahora sabemos que sólo el 5 % del daño provocado por la erosión lo causa este factor. El 95 % lo provoca el impacto de las gotas de lluvia, por lo que hemos venido trabajando para poner obstáculos o paredes al deslizamiento del agua; cuando lo que necesitaban nuestros suelos era un techo.

''Conocemos una gran cantidad de tierras con terrazas destruídas por la erosión y sabemos que las tierras terraceadas se erosionan casi tan rápido como las que no lo están. Estamos actualmente pensando si las terrazas sirven realmente o no.

''Debemos considerar a las gotas de lluvia como lo que realmente son, verdaderas bombas''.

Bromfield en su libro *From my experience* (**13**) como resumen de cerca de 20 años de lucha contra la erosión en Malabar Farm expresa:

''Las terrazas, cultivos en contorno, etc., representan en el mejor de los casos una opción, dado que si el suelo se maneja adecuadamente los riesgos de erosión aún sin estas medidas tienen muy poca importancia''...

Con estos nuevos planteos muchos viejos conceptos de la lucha contra la erosión pierden un poco de su valor. Tanto la tierra en pendiente como la casi perfectamente horizontal son afectadas en igual grado por la erosión provocada por las gotas de lluvia.

En suelos prácticamente sin pendiente apreciable como lo son la mayoría de los campos de la pradera pampeana, región chaqueña, etc., existen serios problemas de erosión mantiforme, ya considerada muy importante por Myers en 1950 (**14**) como un problema sumamente serio en las tierras llanas de los Estados Unidos.

La enorme importancia de este tipo de erosión,

el más traicionero de todos, dado que pasa casi completamente desapercibido, se puede apreciar por el dato siguiente. El 60 % del fósforo agregado como fertilizante se perdió por erosión en un suelo prácticamente a nivel (**15**). En otro caso en suelos similares de Alabama se perdió hasta un 89 % del fósforo agregado (**16**).

Los recientes fracasos de la implantación de curvas de nivel en diversas regiones de nuestro país, tales como el este del Chaco y la cuenca del Carcarañá, en suelos muy agotados, indican la importancia que hay que conceder a este nuevo planteamiento de la lucha contra la erosión.

Si el factor decisivo (95 % del daño total) es el impacto de las gotas de lluvia, se comprende fácilmente la importancia decisiva del cultivo bajo cubierta (stubble mulch). La capa de residuos dejada sobre la superficie del suelo, absorbe el impacto de las gotas de agua, que según Nichols y Gray (**17**) es tan potente que una lluvia de 50 mm podría elevar la capa arable de un suelo hasta la altura de 90 cm.

Gastada esa enorme potencia erosiva de las gotas de lluvia, el problema de la lucha contra la erosión se simplifica extraordinariamente.

El suelo no se apelmaza. Por lo tanto su capacidad de infiltración se mantiene constante, disminuyendo extraordinariamente el caudal de agua escurrida. La superficie irregular del suelo hace que el escaso deslizamiento que se puede producir sea muy lento y de agua limpia.

Por otra parte los coloides orgánicos producidos en la descomposición aerobia de la celulosa dan una estabilidad en agua mucho mayor a los suelos (**18**), facilitando aún más la infiltración.

Aun en el caso de la erosión por viento un rastrojo abundante, trabajado superficialmente, la evita por completo.

No es exagerado entonces atribuir al ''stubble mulching'' una importancia sólo superada por la ''grassland farming'' en el mejoramiento de los suelos y la lucha contra la erosión.

Los numerosos trabajos publicados por el Instituto de Suelos y Agrotecnia sobre el particular(**19**) así como la valiosísima contribución de la Estación Experimental Agropecuaria de Anguil y muy especialmente de su director, ingeniero agrónomo Guillermo Covas, así como la experiencia de numerosos productores y profesionales (**20**) permiten asegurar que se cuenta actualmente con métodos seguros y ya probados en vasta escala, para implantar este método de cultivo en caso todos los establecimientos agropecuarios de la pradera pampeana.

Diremos simplemente para concluir que el empleo del ''stubble mulching'' en un campo de Los Surgentes (Prov. de Córdoba) nos permitió comprobar que con una lluvia torrencial de 200 mm en una noche, que produjo gravísimos daños en los campos vecinos, en este campo no produjo daño alguno. Más aún, la infiltración de la lluvia caída fue prácticamente total sin que hubieran escurrimientos ni de agua ni de suelo.

III) *Manejo adecuado de los pastoreos.*

En un trabajo publicado en 1954 (**21**) Alfred indica que el sobrepastoreo es un pésimo negocio no sólo para la fertilidad del suelo sino incluso desde el punto de vista del rendimiento económico de la explotación ganadera.

Tomando comparativamente 4 establecimientos que empleaban una dotación adecuada de animales y otros 5 que recargaban los campos, se comprobó que mientras el valor bruto de la carne producida era de 15.000 dólares como promedio en los establecimientos mal manejados, alcanzaba a 50.000 en los bien llevados. Mientras los primeros daban 1.500 dólares de pérdida los segundos dieron 11.000 dólares de ganancia.

Uno de nuestros ganaderos más adelantados ha indicado con precisión que el negocio del ganadero consiste en producir el máximo de kilos de carne por hectárea y por año y que esto no se consigue con el sobrepastoreo (**22**). Lo mismo se podría indicar para la producción de leche, lana, etc.

Voisin (**23**) da un ejemplo muy gráfico de la disminución de rendimiento que provoca el sobrepastoreo:

''En un alfalfar de corte se dan 3-4 cortes por año para obtener el máximo de forraje. Si se dieran 10-12 cortes el rendimiento sería mínimo, lo mismo ocurre con el sobrepastoreo. Esto representa en las condiciones corrientes, 10-12 cortes en el período de pastoreo. Los rendimientos en pasto se reducen a un mínimo.''

Un resumen muy acertado de las teorías de A. Voisin ha sido publicado recientemente (**24**).

Otro factor decisivo es que para mantener la fertilidad del suelo es indispensable permitir la incorporación superficial de residuos. En praderas naturales de los Estados Unidos Woolfolk (**25**) ha indicado que la regla empírica que se sigue es

la de consumir solamente un 50 % del total del forraje producido anualmente.

Nuestra experiencia personal en el país es de que en pastoreos artificiales sólo debería consumirse entre un 60-70 % por los animales, dejando un 30-40 % para el suelo (**26**).

En estas circunstancias los suelos aumentan rápidamente su fertilidad, los rendimientos en pasto son óptimos y los rendimientos agrícolas, luego del período de pastoreo, excelentes.

El sobrepastoreo disminuye el rendimiento de pasto en forma vertical, arruina los suelos no permitiendo el aumento de fertilidad necesario para el período agrícola posterior, o simplemente para evitar el agotamiento y erosión de los suelos en los pastoreos naturales.

Nos hemos extendido considerablemente en estos tres factores fundamentales de la revolución tecnológica de la agricultura moderna, "grassland farming", "stubble mulching" y pastoreo controlado por tratarse de métodos aplicables inmediatamente en cualquier establecimiento corriente de la pradera pampeana, fuente de más del 90 % de los granos y oleoginosos que produce el país, 75 % de los vacunos, 85 % de los porcinos, etc., según datos oficiales recientes (**26 bis**).

Disponemos de ejemplos concretos de su aplicación exitosa, tanto en establecimientos de cerca de 100.000 ha de extensión como de pequeñas chacras arrendadas de sólo 150-200 ha.

Utilizando adecuadamente estos tres pilares básicos de la moderna producción agropecuaria, con las máquinas, forrajes y conocimientos existentes actualmente en el país y al alcance de cualquier productor, podemos mejorar extraordinariamente nuestra producción agraria.

En la explotación ganadera en sólo dos años se ha podido aumentar la producción de carne de 145 kg/ha/año a 205 kg/ha/año. En campos erosionados y arruinados de la región maicera unos pocos años de buen manejo han permitido obtener rendimientos de 53 qq/ha de maíz (desgranado y embolsado). En trigo mantener rendimientos de 30-32 qq/ha, etc.

Principios similares aplicados a la producción yerbatera han permitido obtener con yerbales de 30 años de edad hasta 6.000 kg de yerba seca por ha/año contra un rendimiento promedio de Misiones de sólo 1.700 kg. (**27**).

No hemos considerado otros aspectos muy importantes del adelanto tecnológico mundial por las razones expuestas al principio. *Estamos en la Argentina y en setiembre de 1959. Tenemos la obligación de ser prácticos y no soñar con implementos o productos fuera de nuestro alcance por el momento.*

Sin embargo la insistente propaganda que se está realizando y que tiende a *confundir la conservación de los suelos con la imprescindible necesidad del uso de fertilizantes comerciales* obliga a decir algunas palabras al respecto.

"Las reservas en nutrientes para las plantas en el suelo bajo nuestros pies son enormes en la mayor parte de las regiones agrícolas del mundo. Por ejemplo hay más potasio en 4 pies de profundidad en el Estado de Nueva York solamente, que en todas las reservas conocidas en los Estados Unidos. Este potasio puede ser comprado más barato bajo la forma de suelo de Nueva York que como cloruro de potasio de Nueva Méjico, Francia o Alemania.

"Esto ocurre en muchos lados. Muchos suelos manejados adecuadamente pueden proveer más de 300 libras de potasa por acre y por año a ciertos cultivos. Estos suelos están frecuentemente sobre grandes espesores de materiales no consolidados que son a menudo más ricos en potasio, fósforo y calcio que el suelo superficial.

"Creemos que necesitamos explorar caminos y encontrar medios para explotar estas reservas profundas cuando nuestros suelos superficiales se agoten, en lugar de hacer un balance con la compra de alimentos comerciales para las plantas" (**28**).

Estas palabras, pronunciadas por uno de los técnicos más capacitados de los Estados Unidos, el Dr. Richard Bradfield, nos conciernen muy de cerca a los argentinos.

El subsuelo de loess que forma la base de casi todos los suelos de la región pampeana es muy rico en elementos minerales. Por otra parte el uso de plantas de raíces profundas en la rotación como por ejemplo la alfalfa permite traer grandes cantidades de elementos minerales del subsuelo y depositarlos en la capa superficial, mucho menos rica en estos elementos (**29**).

En cualquier alfalfar bien manejado, al cabo de unos pocos años, es posible observar el cambio de pH en los primeros centímetros de suelo superficial. De un pH aproximado de 6,2–6,4 en la mayoría de los casos en los suelos con varios años de agricultura, se pasa a un suelo neutro. Atribuímos este efecto, observado en alfalfares de la mayor parte de la región pampeana, simplemente al calcio elevado por las raíces de esta planta e incorporado al

horizonte superficial con las hojas que se descomponen en superficie.

Lo mismo ocurre con los demás elementos minerales, especialmente fósforo, que siendo escaso en el horizonte superficial, puede ser bastante abundante en las capas más profundas.

Es probable que manejándolos adecuadamente y cuidando de mantener en ellos un porcentaje satisfactorio de materia orgánica, los suelos argentinos, por lo menos los de la pradera pampeana, no requieran fertilizantes comerciales por un largo tiempo.

Ésta no es una situación tan excepcional como pudiera parecer a simple vista. En uno de los libros más difundidos de los Estados Unidos (**30**) WORTHEN expresa:

"El fracaso de los fertilizantes comerciales para mejorar los rendimientos de los huertos de manzanos cuando crecen sobre un buen suelo manejado adecuadamente está demostrado fehacientemente por los resultados de un experimento de 25 años de duración en la Estación Experimental de Geneva. Su director, U. P. HEDRICK, indica que los resultados prácticos de los ensayos con fertilizantes comerciales es que en los suelos promedio del oeste del Estado de Nueva York *los huertos de manzanos que son bien cultivados, apropiadamente drenados y provistos suficientemente con materia orgánica por medio de un cultivo de cobertura, los fertilizantes comerciales no son necesarios". (*)

En un trabajo que juzgamos sumamente importante para la Argentina PAGE y WILLARD (**31**) indican que la buena estructura de los suelos es básica para la producción y que en suelos del tipo de los ensayados, que consideramos bastante semejantes a algunos suelos pesados de la pradera pampeana, *el agregado de fertilizantes no aumenta los rendimientos. El factor básico es la parte física del suelo y no la química.*

Nuestra experiencia personal en cerca de 100.000 hectáreas de la región pampeana, Chaco, Misiones, etc., nos ha llevado a conclusiones similares. Es de destacar que el informe de los dos técnicos americanos indicados ha sido ampliamente difundido por todo Estados Unidos por medio de la revista Successful Farming que le concedió un espacio destacadísimo en su número especial dedicado al manejo de suelos (**32**).

Podríamos multiplicar los ejemplos, pero estimamos que con los expuestos es suficiente. Creemos sin embargo necesario transcribir las palabras de un informe reciente publicado en la Argentina por la Organización de Estados Americanos (**33**):

"Sin embargo, el empleo de abonos debe ser precedido por estudios cuidadosos, a fin de no causar disturbios en el suelo, como también para mantener la explotación dentro de límites económicos"...

Estos estudios cuidadosos preliminares no existen en el país; o si existen no han sido publicados y obtenido la difusión adecuada. Los únicos ensayos de larga duración realizados en La Estanzuela (R. O. del Uruguay) por el Dr. ALBERTO BOERGER y col. (**34**) indican que el factor rotación es superior al uso de fertilizantes como medio de aumentar los rendimientos.

Esperamos que a esta reunión se presenten trabajos serios y concluyentes no sólo desde el punto de vista científico; sino también del económico, que indiquen la conveniencia o no del uso de fertilizantes en los cultivos básicos del país.

*Mientras no dispongamos de esta información previa, todos los planes para una campaña nacional de uso de fertilizantes no pasarán de ser sino una de las tantas improvisaciones que tan costosas han resultado para el país y lo han conducido a la situación presente.*


RESUMEN

Nuestro atraso evidente en la tecnología de suelos es la causa fundamental de nuestra escasa producción agropecuaria actual.

De la revolución tecnológica que se está produciendo callada pero efectivamente en la agricultura mundial, afortunadamente los tres aspectos decisivos de la misma son aplicables de inmediato en nuestro país.

La "grassland farming" o agricultura ganadera (o granjera), el cultivo bajo cubierta o "stubble mulch farming" y el manejo adecuado de los pastoreos constituyen la trilogía que permitirá un adelanto decisivo de la producción agropecuaria argentina, aumentando la fertilidad de los suelos y eliminando los riesgos de agotamiento y erosión de los mismos.

La producción de carne, cereales, oleaginosos, yerba mate, etc., podría ser incrementada substancialmente a breve plazo y *a un costo menor a los actuales.*


(*) Subrayado del traductor.

La aplicación práctica de estos principios en establecimientos ganaderos ha permitido aumentar en dos años la producción de carne de 145 kg/ha/año a 205 kg en igual período. Se han obtenido rendimientos en tierras prácticamente agotadas hace unos pocos años, de hasta 53 qq/ha de maíz en grano y embolsado, 30-32 qq de trigo por hectárea, etc.

Principios similares aplicados a la explotación yerbatera han permitido lograr rendimientos de hasta 6.000 kg de yerba seca por ha/año contra un promedio general de 1.700 kg en la provincia de Misiones.

Todos estos resultados se han obtenido con los recursos económicos y la maquinaria existente corrientemente en la mayoría de los establecimientos agropecuarios argentinos.

En diversos trabajos presentados a esta reunión se indican los detalles concretos de su aplicación a la producción de carne, yerba mate, trigo, etc.

## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA


(1) ASOCIACIÓN AMIGOS DEL SUELO. 1957: Informe final sobre el viaje del Dr. HUGH H. BENNET a la República Argentina. *Revista Hombre y Suelo* nº 6, octubre-diciembre de 1957, p. 130-133.

(2) STALLINGS, J. H. 1945: *Soil Conservations*, p. 313-332. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N. J.

(3) SYKES, F. 1949: *Humus and the farmer.* Faber and Faber. London.

(4) TURNER, N. 1952: Fertility farming. Faber and Faber. London.

(5) BOERGER, A. 1949: La rotación. En *''Selección de conferencias''.* Barreiro y Ramos. Montevideo.

(6) FRERS, E. 1887: *Anales de la Sociedad Rural Argentina.* **21**: 261.

(7) EDWARDS, G. H. 1959: Alfalfa, su implantación en el O y SO de Buenos Aires. *Anales Sociedad Rural Argentina.* **93**: 250-252.

(8) BORDELOIS, G. 1957: Nuevos planteos para la invernada en el Oeste. *Rev. Hombre y Suelo* nº 6, octubre-noviembre 1957, pp. 38-41.

(9) SAUBERÁN, C. y MOLINA, J. S. 1957: Conservación de la fertilidad de los suelos. *Rev. Hombre y Suelo* nº 6, octubre-noviembre 1957, pp. 66-73.

(10) ANÓNIMO. 1957: ¿Aterronado o poroso? *Agricultura en las Américas.* **6**: 17-20.

(11) ANÓNIMO. 1944: Stubble mulching and subsurface tillage. *Soils and Fertilizers.* **17**: 57-58.

(12) STALLINGS, J. H. 1957: *Soil conservation.* Ver (2).

(13) BLOMFIELD, L. 1956: *From my experience.* Cassell and Co. Ld. London.

(14) MYERS, B. A. 1950: Flatland conservation. *Agric. Eng.* **31**: 78-79.

(15) STALLINGS (ya citado). Ver (2).

(16) ESMINGER, L. E. 1952: Loss of phosphorus by erosion. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **16**: 338-342.

(17) NICHOLS AND GRAY: Citado por MUSGRAVE, G. W AND NICHOLS, M. L. 1941: *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **7**: 22-28.

(18) MOLINA, J. S. y SPAINI, L. S. 1949: Coloides producidos en la descomposición aerobia de la celulosa y su influencia sobre la estructura del suelo. *Rev. Arg. Agron.* **16**: 33-49.

(19) INSTITUTO DE SUELOS Y AGROTECNIA. 1956: *Conservación del suelo y del agua.* Public. Misc. nº 416. Buenos Aires. Incluye una bibliografía muy completa.

(20) COVAS, G. 1957: Métodos de labranza adecuados a la región semiárida argentina. *Rev. Hombre y Suelo* nº 6, octubre-noviembre 1957, pp. 59-65. Ver asimismo SAUBERÁN, C. y MOLINA, J. S. 1957: *Agotamiento, erosión y recuperación de los suelos en la República Argentina.* Editorial Hombre y Suelo. Buenos Aires.

(21) ALFRED, B. W. 1954: Drought damage on Southwestern ranges. *Soil Conservation.* **19**: 243-248.

(22) EDWARDS, G. H. 1958: Alfalfa, insuperable mejoradora de nuestro suelo. *Anales Sociedad Rural Argentina.* **92**: 428-429.

(23) VOISIN, A. 1957: *Productivité de l'herbe.* La Maison Rustique. Paris.

(24) HARY, P. 1959: El arte de manejar los pastoreos. *Anales Sociedad Rural Argentina.* **93**: 224-225.

(25) WOOLFOLK, E. J. 1955: El manejo de las pasturas naturales y las posibilidades de su mejoramiento en la Argentina. *Rev. Arg. Agron.* **22**: 65-68.

(26) SAUBERÁN, C. y MOLINA, J. S. 1957: Sobrepastoreo y conservación de los suelos. *Rev. Hombre y Suelo* nº 6, octubre-noviembre 1957, pp. 47-51.

(26 bis) Informe de la comisión mixta de Utilización y Conservación del Suelo (Gobierno Argentino - Naciones Unidas). 1958: *Utilización y conservación del suelo en Argentina.* Public nº 56 Instituto de Suelos y Agrotecnia (INTA). Buenos Aires.

(27) ROTH, A. 1957: Manejo adecuado de las plantaciones de yerba mate en la zona de monte. *Rev. Hombre y Suelo* nº 6, octubre-noviembre 1957, pp. 83-89.

(28) BRADFIELD, R. 1947: Where are the new discoveries in soil science leading? *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **11**: 3-8. Ver también traducción castellana en revista *Hombre y Suelo* nº 9, 1959.

(29) SAUBERÁN, C. y MOLINA, J. S. 1957: La alfalfa en la República Argentina. *Anales Sociedad Rural Argentina.* **91**: 421-423.

(30) WORTHEN, E. L. 1948: *Farm soils. Their management and fertilization.* John Wiley and Sons. New York.

(31) PAGE, J. B. and WILLARD, C. J. 1947: Cropping systems and soil properties. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **11**: 81-88.

(32) SUCCESSFUL FARMING. 1951: Soil structure is key to yield. *A better living from your soil*, ps. 11-14.

(33) O.E.A. 1957: *Manejo de Pasturas.* 2ª edición. Buenos Aires.

(34) BOERGER, A. 1949: La rotación. Ver (5).

## RESÚMENES DE LOS TRABAJOS Y COMUNICACIONES PRESENTADOS

### La interpretación del uso y manejo de los suelos: método de trabajo en la Colonia Juan Carlos Molinelli

(*Comunicación*)

Carlos Cussac y Luis de León

La comunicación expone en forma ordenada el proceso por el cual se llega a la interpretación del uso y manejo de los suelos y aplica un criterio para llegar a esa finalidad usando para el caso concreto del informe los suelos de una Colonia del Instituto de Colonización.

Este estudio, además de las finalidades que cumple normalmente se considera debe integrarse con los de carácter económico y sociológico y servir de base para la planificación rural detallada (tipos de explotación, unidades mínimas de los núcleos familiares, etc.).

El trabajo de campo (levantamiento y mapeo) fue realizado bajo la dirección del profesor F. F. Riecken (del Iowa State College) con la participación de técnicos de la Facultad de Agronomía, de la Secretaría de Ganadería y Agricultura, del Instituto de Colonización y de la ANCAP; Ings. Agrs. Carlos A. Fynn, Hermann Tobler Bottini, Oscar E. López Taborda, Raúl Russo, Carlos Cussac y Luis de León y el químico René Lucas.

El trabajo de ordenamiento de la información, su estudio analítico, criterio interpretativo y conclusiones fue realizado por los autores de la comunicación.

Sumario de materias

*Caracteres generales del área.*

Ubicación.
Factores que afectan la formación de los Suelos y la Agricultura:
Topografía y Relieve.
Drenaje natural.
Vegetación.
Geología histórica y Petrografía.
Clima.
La agricultura.

*Procedimiento de Relevamiento y Mapeo.*

Plano básico con unidades de levantamiento.

*Los Suelos.*

Caracteres morfológicos de los suelos.
Mapa de suelos. Superficie y % del área.

*Análisis de los factores que afectan la aptitud y su interpretación.*

A) Clases de aptitud agrológica.
B) Características que afectan la capacidad de uso de los suelos de la Colonia Molinelli.
C) Interpretación de la aptitud (plano).

*Principales problemas de manejo y conservación. Tierras altas.*

A) Principales problemas que afectan cada unidad.
B) Recomendaciones generales para su manejo.
Tierras altas de texturas medias y pesadas.
Tierras altas de texturas livianas.

*Tierras bajas.*

C) Recomendaciones de carácter especial por clases y problemas.

### Ensayos de fertilización en hortalizas

(*Trabajo*)

Norberto J. Krummel y Alfonso Castronovo

Durante 1958 se realizaron, en la localidad de Jáuregui (partido de Luján, prov. de Bs. As.), tres ensayos de aplicación de abonos en cultivos de lechuga, nabo y haba, respectivamente.

Los fertilizantes empleados fueron: un abono comercial, aperdigonado, de composición 10-20-20 (N-P-K); hiperfosfato de Ca (2-30-0,15) y salitre de Chile (16-0-0). Aplicados individualmente, éstos constituyeron los tratamientos designados respectivamente I, II y III. Para el tratamiento IV se utilizó una mezcla de hiperfosfato y salitre, dejándose un tratamiento sin abonar (V) como testigo.

En todos los casos las dosis se ajustaron de manera que todas las parcelas en que se aplicó uno o más de los elementos N, P y K recibieron en lo posible cantidades iguales de cada uno. La presencia de un 2 % de N y 0,15 % de $K_2O$ en el hiperfosfato impidió ajustar estas cantidades exactamente.

La disposición adoptada fue el cuadrado latino para los tres ensayos.

El ensayo de lechuga presentó deficiencias debidas a raleo imperfecto y posteriormente fue perjudicado por ataques graves de *Sclerotinia sclerotiorum* y de *Fusarium oxysporum*, lo que aconsejó reducir los análisis de los resultados al peso medio por planta.

En este aspecto se notó una respuesta marcada al tratamiento I, que superó al testigo de manera muy significativa. Los tratamientos restantes también superaron al testigo, pero no significativamente.

El ensayo de nabo tuvo un comportamiento más normal. El análisis de los resultados indicó que tres de los tratamientos (I, III y IV) superan significativamente al testigo en rendimiento. Las diferencias con el testigo fueron de 15.150, 8.300 y 9.412 kg/ha, y las diferencias mínimas predecibles, con P. 95, 10.321, 3.487 y 4.600 kg/ha, respectivamente.

Sobre la base de estos resultados y considerando que el agricultor reciba $ 2.00 por kg de producto se estimó que, al precio actual de los abonos, el beneficio mínimo predecible derivado de la aplicación del tratamiento I sería de $ 9.900/ha, bajando a $ 3.500/ha para el tratamiento III y a pesos 1.625/ha para el tratamiento IV.

En haba no se notó respuesta definida a ninguno de los tratamientos, indicando que en las condiciones de nuestro ensayo la simple aplicación de abonos químicos es ineficiente para aumentar los rendimientos de esta especie.

## Importación y comercialización de fertilizantes en la República Argentina, correspondiente al período 1957/58

(*Comunicación*)

Eduardo Amando Barreira

En los productos empleados como fertilizantes, la parte activa (N, $P_2O_5$, $K_2O$), constituída por los elementos nutritivos absorbidos por las plantas, sólo representa un porcentaje variable del producto, que puede oscilar desde el 12 % que fija la Ley nº 14.244/53 hasta cerca del 60 %. La mayor parte del por ciento restante está constituído, en los abonos compuestos, por materiales de relleno sin valor fertilizante, pero necesarios en muchos casos, pues actúan como acondicionadores de la mezcla, mejorando las propiedades físicas de la misma.

En los fertilizantes simples este porcentaje del producto, no representado expresamente por elementos nutritivos, está constituído por otros elementos químicos que intervienen en la fórmula y que en muchos casos tienen una acción secundaria o complementaria tan importante que fijan limitaciones al uso del fertilizante que lo contiene, para determinados cultivos. De todo lo expuesto resulta adecuado expresar en las estadísticas sobre consumo o importación de fertilizantes, los productos por sus cantidades de elementos nutritivos, que por otra parte es la forma adoptada en todos los países. No obstante en la presente estadística se conservan las columnas con cantidades de productos fertilizantes en atención a que ya ha sido utilizada anteriormente y para hacer resaltar, como veremos más adelante, lo inadecuado de esta forma de expresión.

Si analizamos el cuadro V y observamos la cantidad total de productos fertilizantes consumidos en nuestro país durante el período de referencia, parecería que el aporte de materia prima de origen nacional es del orden del 50 %; pero si tomamos el total de elementos nutritivos (N, $P_2O_5$, $K_2O$) comprobamos que sólo incide en el 21 %.

En el cuadro I se observa que el 51 % de los elementos nutritivos importados está representado por el nitrógeno, mientras que las cantidades de fósforo y potasio son prácticamente similares.

Gran parte de los fertilizantes importados pertenecen al grupo de los compuestos, entendiéndose por tales a aquellos fertilizantes que proveen dos o tres elementos nutritivos primarios, o sea nitrógeno (N), fósforo ($P_2O_5$) y potasio ($K_2O$).

En el cuadro II se analizan los fertilizantes comercializados o sea los que llegan a manos del consumidor por intermedio del comercio interior, es decir, que no se consideran aquellos importados directamente por el usuario exclusivo. De aquí las diferencias entre las cantidades comercializadas (cuadro II) y las consumidas (cuadro V). El 15 % de los elementos nutritivos entran al país importados directamente por los usuarios.

Considerando el total de los elementos nutritivos importados, se ve que el 35 % de los mismos se encuentra incluído dentro de los productos fertilizantes compuestos, mientras que en los comercializados llegan a representar el 62 % del total N-

$P_2O_5$-$K_2O$. Esto demuestra que gran parte de los fertilizantes simples importados pasan a integrar mezclas pero disminuyendo la concentración de las

*Cuadro I*

IMPORTACION DE FERTILIZANTES, EN TONELADAS

Desde el 1° de julio de 1957 al 30 de junio de 1958

| Productos fertilizantes | | Elementos nutritivos primarios | | |
|---|---|---|---|---|
| Denominación | Cantidad | N | $P_2O_5$ | $K_2O$ |
| | | Cantidad | Cantidad | Cantidad |
| Nitrogenados | 24.078,3 | 6.208,8 | — | — |
| Fosfatados | 3.740,0 | — | 1.558,6 | — |
| Potásicos | 3.520,9 | — | — | 1.978,2 |
| Compuestos | 12.193,8 | 1.619,8 | 2.166,3 | 1.583,1 |
| TOTALES | 43.533,0 | 7.707,4 | 3.724,9 | 3.561,4 |

*Cuadro II*

FERTILIZANTES COMERCIALIZADOS, EN TONELADAS

| Productos fertilizantes | | Elementos nutritivos primarios | | |
|---|---|---|---|---|
| Denominación | Cantidad | N | $P_2O_5$ | $K_2O$ |
| | | Cantidad | Cantidad | Cantidad |
| Nitrogenados | 22.468,9 | 4.017,2 | — | — |
| Fosfatados | 5.640,4 | — | 1.705,8 | — |
| Potásicos | 959,9 | — | — | 535,2 |
| Compuestos | 58.293,8 | 3.754,6 | 4.511,5 | 2.120,0 |
| TOTALES | 87.363,1 | 7.771,9 | 6.217,3 | 2.655,2 |

mismas, pues, mientras los compuestos importados tienen una riqueza en elementos nutritivos del 34 %, los compuestos comercializados en nuestro país sólo contienen 20 % de esos mismos elementos.

El cuadro III presenta, en orden decreciente, los países proveedores de los fertilizantes importados, destacándose netamente Holanda como principal abastecedor de los tres elementos nutritivos primarios.

Los principales productos fertilizantes importados son mostrados en el cuadro IV, donde se destacan entre los nitrogenados el sulfato de amonio, entre los fosfatados el superfosfato triple y entre los potásicos el cloruro de potasio. Como complemento del cuadro V debemos agregar que las principales materias primas de origen nacional empleadas en la elaboración de productos fertilizantes, son las siguientes: superfosfato de calcio simple, guano de

*Cuadro III*

IMPORTACION DE FERTILIZANTES POR PAISES, EN TONELADAS

| Procedencia | N | $P_2O_5$ | $K_2O$ | $N+P_2O_5+K_2O$ |
|---|---|---|---|---|
| | Cantidad | Cantidad | Cantidad | Total |
| Holanda | 3.137,1 | 1.488,3 | 1.715,8 | 6.341,2 |
| Bélgica | 1.964,5 | 861,7 | — | 2.826,2 |
| EE. UU. | 927,0 | 1.133,0 | 749,0 | 2.809,0 |
| Alemania | 1.159,2 | 404,4 | 148,5 | 1.712,1 |
| Chile | 370,6 | — | 193,6 | 564,2 |
| Austria | 473,7 | — | — | 473,7 |
| Israel | 163,9 | — | 251,0 | 414,9 |
| Francia | — | — | 403,4 | 403,4 |

*Cuadro IV*

IMPORTACION DE FERTILIZANTES POR PRODUCTOS, EN TONELADAS

| Denominación | Cantidad |
|---|---|
| Sulfato amónico | 11.897,1 |
| Compuestos | 11.164,8 |
| Urea | 3.948,0 |
| Sulfato nitro amónico | 3.700,0 |
| Cloruro potásico | 3.200,8 |
| Superfosfato | 3.190,0 |
| Nitrato sódico | 1.959,0 |
| Nitramoncal | 1.950,0 |
| Fosfatos Thomas | 350,0 |
| Sulfato potásico | 320,0 |
| TOTAL | 41.679,7 |

*Cuadro V*

APORTE DE MATERIAS PRIMAS NACIONALES, EN TONELADAS

| | Productos fertilizantes | Total N $P_2O_5$ $K_2O$ | N | $P_2O_5$ | $K_2O$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Consumo | 87.844,6 | 18.912,0 | 9.474,9 | 6.444,3 | 2.992,8 |
| Importación | 43.533,0 | 14.993,7 | 7.707,4 | 3.724,9 | 3.561,4 |
| Ind. Nacional | 44.311,6 | 3.918,3 | 1.767,5 | 2.719,4 | -568,6 |

(*) Diferencia debida a que parte de los productos fertilizantes se declara como en depósito no comercializado.

aves marinas, cenizas de huesos, sangre seca, harina de carne, harina de pezuñas, expellers de oleaginosas y chicharrón molido.

Entre las principales provincias consumidoras de productos fertilizantes se encuentran: Mendoza, Río Negro, Buenos Aires, San Juan, Entre Ríos, Tucumán, Salta y Corrientes.

Las informaciones incompletas suministradas por varias firmas que comercializan fertilizantes impiden elaborar en forma conveniente estos últimos datos referentes a la distribución geográfica del consumo.

Para finalizar debemos hacer notar que se declara en depósito, como no comercializada, la cantidad de 1.632,2 toneladas de elementos nutritivos primarios.

## Técnica rápida de fijación de médanos mediante siembras protegidas

(*Trabajo*)

Antonio J. Prego y José E. Calcagno

En una breve introducción, se describen someramente los distintos tipos y formas de erosión; sigue luego una ligera enumeración de los métodos de prevención y lucha contra el fenómeno eólico, destacándose los problemas que éste origina y la importancia que encierra; a continuación se mencionan los antecedentes bibliográficos disponibles, nacionales y extranjeros. Por otra parte se hace hincapié en la inexistencia, a la fecha de iniciación de los trabajos, de un método definido y suficientemente probado a través de un adecuado número de ensayos.

El estudio emprendido se realizó, en todos los casos, sobre áreas-problema naturales, trabajando siempre en condiciones de campo; el ensayo, que abarcó diez años (1950-59), permitió comparar entre sí diversas formas de estabilización de médanos totalmente activos; en las experiencias se comprobó el valor de distintas técnicas para cada una de las etapas que comprende la praderización de un médano vivo: rebajamiento y suavizamiento de las crestas; siembra; cubrimiento y materiales que para ello se utilizan; especies importantes empleadas y resiembras.

Entre otros lugares, los ensayos de fijación fueron ejecutados en las siguientes localidades: Henderson, Villa Sauze, Bocayuva, Treinta de Agosto y Trenque Lauquen, de la provincia de Buenos Aires; Catriló, Toay, Santa Rosa, Quemú-Quemú, Caleufú, Peña y Pico de la provincia de La Pampa y Justo Daract de la provincia de San Luis.

Durante los 10 años de desarrollo de la experiencia, como es lógico, se sucedieron diversas situaciones en lo que a la marcha del tiempo se refiere, lo que permitió comprobar el valor de la técnica bajo distintas condiciones.

Dada la gran cantidad de datos, cifras, observaciones y comprobaciones realizadas en tan largo lapso, se decidió, a fin de no alargar extremadamente la presentación del trabajo, resumir toda la información disponible en un cuadro que integra el mismo.

Además, cada uno de los ensayos es objeto de un breve comentario y se establecen las conclusiones particulares.

El último capítulo del trabajo presenta las conclusiones generales alcanzadas, cuya enumeración clara y definida permite interpretar y dar fundamento a esta técnica rápida de fijación de cualquier formación medanosa activa dentro del ámbito de la región pampeana semiárida. Es especialmente aconsejable su aplicación para la defensa de tierra valiosa o de vías de comunicación, poblaciones, viviendas rurales, alambrados, aguadas, etc.

Acompaña al trabajo una breve bibliografía especializada y un mapa que permite ubicar, dentro de la región semiárida argentina, a cada una de las localidades en cuyas inmediaciones se llevó a cabo un ensayo de fijación de médanos.

### CONCLUSIONES

De acuerdo con los ensayos de fijación realizados en las localidades mencionadas pueden establecerse las siguientes conclusiones:

1º. Los médanos grandes, aunque sean aislados demoran muchos años en estabilizarse naturalmente y, en muchos casos se mantienen en actividad durante largos períodos o aun permanentemente.

2º. La mayoría de los médanos activos grandes prosiguen su avance lento pero continuo, amenazando invadir y destruir todo lo que encuentran a su paso: vías férreas, caminos, viviendas, poblaciones, aguadas, nuevas áreas, etc.

3º. Existen métodos de forestación directa par-

tiendo de la periferia hacia el centro, que, aunque seguros, son muy lentos.

4º. Era necesario pues, resolver, de modo radical, y en breve término el problema que significa un médano activo en los casos que fuera necesario o conveniente, para lo cual se debía buscar una técnica rápida. Esta conducción preliminar fue la que decidió a encarar los estudios de fijación presentados en esta comunicación.

5º. La técnica de fijación hallada comprende 5 tareas escalonadas a saber: aislamiento, suavizamiento, siembra, cubrimiento y resiembra.

6º. El aislamiento consiste simplemente en alambrar el perímetro del área medanosa de modo que los animales domésticos no puedan ingresar a la misma. En algunos casos esta verdadera clausura o exclusión permite la lenta fijación natural por avance de la vegetación espontánea.

7º. En la fase del suavizamiento superficial deben distinguirse dos acciones: la indirecta, lograda por medio de los intensificadores de viento, la directa, conseguida por instrumentos que arrastran o empujan la arena. Respecto de los intensificadores de viento, se estableció lo siguiente:

*a*) sistema de tablas: actúa bien, pero, además de ser engorroso su manejo y caro como elemento de trabajo, puede ser substituído con ventaja por otros métodos más simples;

*b*) bolsas llenas de arena: deben acomodarse horizontalmente para que actúen con eficiencia; en este aspecto es preciso seguir los estudios, pues los resultados no son concluyentes, ya que su uso requiere vigilancia diaria, porque de lo contrario pierden eficacia con rapidez, en su acción de rebajamiento;

*c*) canales de viento abiertos con pala de buey: han dado excelentes resultados y su uso es aconsejable en todos los casos en que se requiere rebajamiento, ya sea de magnitud mediana o grande.

8º. Los resultados de suavizamiento directo por distintos medios: niveladora, topadora y riel o viga, con distinta tracción, pueden sintetizarse como sigue:

*a*) dentro del área medanosa sólo se puede trabajar con tractores a carriles; los tractores de rueda común únicamente pueden movilizarse en los médanos incipientes o en las puntas de avance donde hay piso firme;

*b*) la topadora o pala de empuje es útil para las crestas más abruptas y para los sectores monticulados que rodean los médanos; en las restantes condiciones puede ser substituído con ventaja por la niveladora;

*c*) la niveladora es una máquina excelente para practicar el rebajamiento; en caso de pendientes muy empinadas, deben realizarse trabajos previos con canales de viento o topadora para facilitar el desplazamiento del tractor a carriles;

*d*) una adecuada combinación para realizar el suavizamiento es la siguiente: en primer lugar, rebajar los sectores muy empinados mediante canales de viento abiertos con pala de buey; luego completar el trabajo con tractor oruga de 50-60 caballos traccionando niveladora con hojas de 2-3 metros, seguida en tandem por un riel de ferrocarril de 3-4 m de longitud, unido al eje de la niveladora por cables o alambre de acero;

*e*) para una máxima eficiencia del trabajo deberá disponerse de un equipo integral formado por dos subequipos: uno grande con tractor de 60 caballos para el trabajo grosero y más pesado; y un equipo liviano integrado por una niveladora mediana (1,50–2 m) y un riel de 2–3 m tirado por un tractor a carriles de 30–40 caballos.

9º. La etapa de la siembra exige considerar separadamente la siembra en sí y las especies utilizadas. Las siembras deben realizarse con sembradora común de cereales para lograr los mejores resultados; un médano adecuadamente suavizado no presenta dificultades al respecto. En caso de no disponer de esta máquina puede utilizarse una rastra de discos con cajón sembrador; también da resultado satisfactorio, si se cuenta con mano de obra capacitada, la siembra a mano al voleo; en este caso la siembra puede taparse mediante la rastra de dientes o la de discos.

10º. Entre las numerosas especies ensayadas se destacan como las mejores los sorgos forrajeros y el mijo, *Panicum miliaceum* para la primavera y el centeno para el otoño. Para la siembra primaveral una buena combinación la constituyen el sorgo negro (perennidad) y el mijo (precocidad); en una última experiencia, el pasto llorón (*Eragrostis curvula*), demostró que es un adecuado tercer componente para constituir la pradera herbácea definitiva del médano.

11º. Respecto del recubrimiento puede establecerse lo siguiente:

*a*) los mejores resultados se obtuvieron de la paja de cereales, especialmente centeno, en la primavera y las cañas y hojas de sorgos forrajeros en el otoño; si están provistos de semillas maduras mejor pues

queda asegurada la resiembra para la estación siguiente. El corte con guadañadora y la recolección con rastrillo mecánico no ofrece dificultades con tales especies;

*b*) para que el acarreo resulte económico y rápido conviene utilizar la ''rastra'' trineo que se usa para acarreo de forrajes acoplados con ruedas neumáticas, traccionados por animales o tractores oruga livianos;

*c*) la distribución puede efectuarse a mano con tales materiales y la carga de los vehículos mediante horquillas;

*d*) la experiencia indica que el recubrimiento de protección del área sembrada debe efectuarse en capa delgada y continua en toda la superficie; cualquier área descubierta origina un voladero que se extenderá progresivamente;

*e*) luego de la distribución se fija la paja al suelo, mediante una pasada de rastra de discos, para evitar su voladura;

*f*) para facilitar la provisión y transporte del material de protección debe cultivarse, con varios meses de anticipación y junto al área medanosa, la especie que ha de proveer el material adecuado; se economizará así mucho tiempo y dinero. En general, deberá sembrarse una hectárea de cultivo para cubrimiento por cada dos hectáreas de médano a cubrir.

12º. Los resultados de las siembras protegidas se resumen así:

*a*) en general, en los trabajos realizados se logró una fijación que osciló entre 70 y 95 % con la primera siembra. Excepciones: el médano de Peña, durante la sequía 1951-52, en que se logró la fijación de sólo un 25 % y en 1959, en que la cifra superó el 95 % en Trenque Lauquen;

*b*) el crecimiento de la vegetación sobre el médano es muy desparejo: en las hoyas en general es raquítico; en la pendiente a barlovento de los vientos predominantes, es mediano; y en las crestas y declive a sotavento, es grande.

13º. En la estación favorable siguiente a la siembra, es preciso casi siempre realizar una resiembra con la especie que corresponda, directamente con la sembradora, sin ningún trabajo previo y cubrir con paja los voladeros que hubiera reavivado el viento; el costo de esta segunda siembra es sumamente económico (poco más de una operación de siembra común).

14º. Respecto del costo puede estimarse que por hectárea estabilizada deben utilizarse alrededor de 10 jornales de 8 horas.

15º. Al amparo de la vegetación cultivada comienza inmediatamente un avance centrípeto de la vegetación espontánea, que a veces también se inicia simultáneamente en el interior del área en estabilización. Las primeras especies que aparecen son: ''ajo macho'' (*Panicum urvilleanum*); cardo ruso (*Salsola kali* var. *tragus*): ''roseta'' (*Cenchrus sp.*); ''morenita'' (*Kochia scoparia*), etc.

16º. El destino final de estos médanos altos estabilizados debe ser la forestación, ya que someterlos al pastoreo podría representar un peligro de reactivación, sobre todo en los primeros años.

17º. Como conclusión final queda establecido que cualquier médano activo, de cualquier magnitud en extensión o altura, ubicado en áreas de por lo menos 500 mm anuales de lluvias pueden estabilizarse luego de suavizar sus crestas, mediante una siembra protegida y que este resultado puede lograrse normalmente en un lapso de tres meses. Es decir, que en menos de 100 días se pasa del médano absoluto a una estabilización permanente.

Se deja constancia de que, a través de los 10 años que duraron las experiencias fueron muchos los técnicos que cooperaron en su desarrollo, entre otros: Ing. Agr. Luis A. Tallarico, Agr. Héctor F. Peters, Ing. Agr. Casiano V. Quevedo, Ing. Agr. Carlos A. Bellón, Dr. Damián Buitrago, Ing. Agr. Pedro Novello, Ing. Agr. Francisco Rojo, Agr. José M. Castro el Ing. Agr. José A. Pérez.

## Problemas en el manejo de suelos en la zona de invernada del oeste de la provincia de Buenos Aires *

(*Comunicación*)

Carlos Sauberán, Guillermo H. Edwards, Jorge S. Molina y Gustavo A. Lundberg

*Antecedentes*: La producción de carne vacuna es una de las principales actividades del país, no sólo por constituir el principal alimento del pueblo

* Trabajo realizado por la Asociación Amigos del Suelo en colaboración con CREA — Consorcio Regional de Experimentación Agrícola. (Zona Henderson-Caseros.)

argentino sino también por ser una de las mayores fuentes de divisas.

Las conclusiones que se indican en este trabajo representan los estudios en gran escala llevados a cabo en cerca de 40.000 ha de la zona oeste de la provincia de Buenos Aires, considerada como el corazón de la producción de "invernada" del país.

*Bosquejo general de los suelos de la zona*: Desde la localidad de Guanaco (F.C.N.D.F.S.) en el este hasta La Larga (F.C.N.G.R.) en el oeste, y desde Mones Cazón (F.C.N.G.B.) al norte hasta Daireaux (F.C.N.G.R.) al sur, el tipo de suelos predominante en cerca del 95 % de la superficie de los campos examinados es sensiblemente el mismo.

Se trata de suelos formados sobre arena, con una capa superficial areno-humífera que es la única productiva y cuyo espesor oscila entre los 6–70 cm en los suelos mejor manejados a prácticamente cero en los terrenos "volados" o lomas arenosas.

La única diferencia apreciable en la extensa región comprendida entre las localidades mencionadas, es el mayor porcentaje promedio de materia orgánica a medida que nos dirigimos hacia el este. En estos suelos sin embargo, aún más importante que el clima es el tipo de manejo al que están sometidos.

El subsuelo es arena casi pura y en los casos en que por mal manejo la capa superficial areno-humífera ha desaparecido, la formación de médanos es el camino final obligado. En otras palabras, se podría definir a toda esta región como un enorme "médano fósil", residuo de erosiones prehistóricas y fijado a través de muchos siglos por la vegetación natural.

La erosión eólica, si no se la detiene a tiempo, puede transformar a esta zona en un desierto de arena. Que no se trata de una simple suposición, está a la vista en numerosos ejemplos de campos mal manejados, que se han transformado en "médanos vivos", sobre todo en las zonas donde hubo colonización puramente agrícola.

Todo lo fácil que es mantener y acrecentar la fertilidad de estos suelos mediante un buen manejo, es todo lo difícil que resultará recuperarlos si no se toman medidas adecuadas a su debido tiempo. Son suelos de alta productividad pero de escasas reservas, de ahí la importancia fundamental de un manejo adecuado.

En los establecimientos visitados se ha podido comprobar una visible influencia del tipo de manejo del suelo en las características del mismo. En los potreros con varios años de alfalfa bien manejada es muy visible el aumento de espesor de la capa areno-humífera, en agudo contraste con su evidente disminución en los casos de muchos años de agricultura inadecuada.

Al cabo de 3-4 años de roturación anual ya sea para la producción de cosechas de granos u oleaginosos (o "verdeos") es muy visible la pérdida de estructura del suelo.

### Resumen de las determinaciones analíticas efectuadas

*pH de los suelos*: Se hizo el análisis de pH en la mayoría de los potreros de los distintos establecimientos, comprobándose que no existen variantes apreciables. El pH osciló entre 6,1 y 6,5 como valores extremos en los suelos altos, arenosos, siendo lo normal 6,3–6,4. En el caso de bajos alcalinos, muy poco importantes en esta zona, el valor promedio superficial osciló entre 8,0–8,2.

Resulta llamativo que en alfalfares bien establecidos, en que el pastoreo controlado permite la formación de una capa de "broza" en superficie, se nota claramente el aumento de pH, llegando prácticamente a 7,0 en casi todos los casos en el primer centímetro de suelo.

*Determinación de materia orgánica*: Se utilizó el método de Walkley y Black y sus resultados han sido lo más significativos, concordando estrechamente con las observaciones en campaña. Como ejemplo se citan los resultados promedio obtenidos en distintos establecimientos:

| | Materia |
|---|---|
| *Henderson (F.C.N.G.B.)*: | |
| Potrero con varios años de alfalfa | 3,3 % |
| Potrero con varios años de agricultura | 2,1 „ |
| *Coraceros (F.C.N.G.B.)*: | |
| Potrero con varios años de alfalfa | 3,5 „ |
| Potrero con varios años de agricultura | 2,9 „ |
| *Mones Cazón (F.C.N.G.B.)*: | |
| Potrero con 7 años de alfalfa | 3,3 „ |
| Potrero con 8 años de agricultura | 2,0 „ |
| *Andant (F.C.N.G.B.)*: | |
| Potrero con varios años de alfalfa | 2,7 „ |
| Potrero con varios años de agricultura | 1,9 „ |
| *La Larga (F.C.N.G.B.)*: | |
| Potrero con 9 años de alfalfa | 3,7 „ |
| Potrero con 5 años de agricultura | 2,2 „ |

Los potreros en los que se ha encontrado la máxima diferencia, ubicados en Girodías, tienen 5,8 % de materia orgánica luego de varios años de

alfalfado con un manejo excelente, comparado con un potrero vecino con varios años de agricultura que sólo tiene 1,9 %.

Aunque resulta muy difícil establecer cifras exactas, de todos los análisis practicados se desprendería que en las condiciones comunes de manejo, se puede esperar una pérdida anual de 3–4 toneladas de materia orgánica por hectárea y una ganancia similar por cada año con un alfalfar bien manejado.

En casi todos los casos, salvo el de Girodías, se trataba de muestras tomadas en potreros vecinos, alambrado por medio y a unos 30 m de cada lado. Se tomó esta precaución a fin de evitar la influencia de las deyecciones de las haciendas, que generalmente se acumulan junto a los alambrados.

*Métodos de manejo más adecuados*: Podríamos afirmar sin temor a equivocarnos de que, con nuestra experiencia actual, no es posible una explotación permanente en esta zona, manteniendo la fertilidad de los suelos, si no se incluye como elemento básico de la explotación una rotación periódica con alfalfa mezclada con gramíneas.

El período con alfalfa puede variar entre 4–6 años según la modalidad de la explotación o el tipo de suelos, siendo menor en suelos menos arenosos o en explotaciones más agrícolas.

Este período con alfalfa debe alternar con un período más corto, 2–4 años de roturación anual, ya sea para pastoreos anuales ("verdeos") o cosecha. No quemando los rastrojos y no sobrepastoreando los mismos no vemos peligro alguno en hacer agricultura para la producción de cereales u oleaginosos durante el lapso indicado. Los suelos salen del período alfalfado en óptimas condiciones de fertilidad y resistencia a la erosión y pueden aguantar perfectamente el período agrícola indicado, siempre que se los maneje adecuadamente.

Los suelos arenosos necesitan imprescindiblemente un período de acumulación de materia orgánica para reponer las pérdidas elevadas de la misma que ocasiona la roturación anual, y la única forma práctica y económica en nuestra opinión, en el momento actual, es la implantación periódica de un período de alfalfar consociado con gramíneas ("cebadilla", "festuca", "agropiros", etc.).

La razón de no preferir alfalfares puros se basa en dos motivos principales. Primero la alfalfa pura incorpora anualmente según datos de GOEDEWAAGEN y SCHUURMAN (1950) cerca de 5.000 kg de materia orgánica por hectárea al suelo bajo la forma de desechos, raíces muertas, etc., pero cuando está consociada con gramíneas incorpora cerca del doble de materia orgánica. La alfalfa mantiene su mismo aporte pero las gramíneas incorporan otra cantidad similar. En Estados Unidos según datos del Ing. Agr. G. TOMÉ los alfalfares puros sólo constituyen un 15 % del total, disminuyendo cada vez más.

La segunda razón es de que siempre es más peligroso sembrar alfalfas puras que consociadas con gramíneas, sobre todo cuando se hace en terrenos muy arenosos o la siembra se hace un poco tarde. Es necesario además tener presente de que la alfalfa con su raíz pivotante protege poco o nada al suelo superficial, el que en cambio es retenido muy bien por las raíces fibrosas de las gramíneas. El pasto es más balanceado reduciéndose el peligro de "empaste", etc.

## CONCLUSIONES

Las conclusiones obtenidas luego de varios años de labor nos permiten afirmar, en base a nuestra experiencia personal en otras zonas, de que las mismas con leves variantes son aplicables en casi toda la región pampeana, productora de la mayor parte de la carne del país.

La aplicación inmediata en cualquier establecimiento promedio de esta zona, de los métodos básicos aconsejados, acompañados por las indicaciones detalladas que han sido objeto de comunicaciones especiales al grupo CREA, estimamos que permitirían aumentar notablemente la producción de carne, sin elevar los gastos en forma proporcional y con los recursos y maquinarias existentes corrientemente en casi todos los establecimientos.

El caso de uno de los establecimientos de CREA que elevó la producción de 145 kg/ha/año de producción de carne ("peso vivo en campo") a 205 kg/ha/año en sólo dos años de aplicación sistemática e intensiva de estos métodos, lo confirma en la práctica. En el tercer año si bien no se ha completado el ejercicio ha podido terminar sus novillos con un adelanto de dos meses con respecto a lo habitual, pese a haber aumentado su "stock" en 300 vaquillonas.

Es necesario tener en cuenta que frente a un rendimiento promedio de 43 kg/año de producción de carne limpia por animal, lo que representaría groseramente una producción similar por ha/año en las condiciones corrientes, se pueden llegar a

obtener de 90 a 120 kg. En lo que respecta al "peso vivo" en campo una meta alcanzable prácticamente es la de 240 kg/ha/año, que se obtiene en algunos de los mejores establecimientos de la zona, que aplican los métodos indicados precedentemente.

La importancia decisiva de la fertilidad de los suelos en la producción de pasto ha sido demostrada en prácticamente todos los países, por lo que indicaremos solamente la expresión de A. VOISIN (1959), que en nuestra opinión resume adecuadamente esta relación tan estrecha entre fertilidad de suelos y producción ganadera.

"El animal es la fotografía bioquímica del suelo".

BIBLIOGRAFÍA

GOEDEWAAGEN, M. A. J. and SCHUURMAN, J. J. 1950: Fourth Int. Congress Soil Sci. Transact. 2: 28.

VOISIN, A. 1959: *Sol, herbe, cancer.* La Maison Rustique. Paris.

## Manejo de suelos y producción de carne en la región chaqueña *

*(Comunicación)*

JUAN QUANT B., GUSTAVO L. LUNDBERG, JORGE S. MOLINA y PEDRO FUENTES GODO, en colaboración con RUPERTO PASCUAL y MARIANO ESPINEL

I) ANTECEDENTES.

En la zona NE del Chaco (General San Martín, Col. Unidas, Las Garcitas, etc.) que es donde se realiza este trabajo, la fertilidad de los suelos es el factor principal que regula la producción de los pastoreos.

En la mayor parte de los establecimientos ganaderos las partes altas de la misma, es decir, las aptas para la implantación de pasturas artificiales de elevada producción, han sido destinadas al cultivo del algodonero durante muchos años. Esos suelos, han perdido la mayor parte de su fertilidad original y en muchos casos se encuentran severamente erosionados.

Además, las explotaciones ganaderas se basan en el aprovechamiento de las praderas naturales, montes, bañados, etc. Éstas, se suponen que son de escaso valor nutritivo, y es bien conocida la falta de pasto en la época invernal: mayo-junio a octubre-noviembre. Es corriente afirmar que, durante esa temporada los animales pierden un 50 % del peso ganado durante el resto del año.

Por otro lado, no pudimos contar con datos concretos sobre el comportamiento, en escala comercial, de las praderas artificiales sometidas al pastoreo directo.

Con todo, para dejar bien aclarado el alcance de este ensayo, hay que tener presente que la gran mayoría de las tierras dedicadas a la ganadería está constituída por campos bajos, esteros, bañados, etc., y que los resultados que se puedan desprender son aplicables a la zona NE del Chaco.

II) FINALIDADES.

1) Se impone un período previo de mejoramiento del suelo para una buena implantación de pasturas invernales y/o alfalfares. En efecto, hemos encontrado entre el suelo virgen y los dedicados al ensayo diferencias que oscilan entre 90 y 110 toneladas de materia orgánica por hectárea en la capa arable, en favor del suelo virgen.

2) Se hace necesario contar con un sistema barato de siembra.

3) Cubrir el período crítico o de escasez de forraje, particularmente con praderas permanentes.

4) Mejorar y conservar, dentro de las posibilidades económicas, la fertilidad y la estabilidad del suelo mediante un pastoreo racional y una rotación adecuada con leguminosas. Pues, aparte de la marcada disminución del tenor en materia orgánica se ha encontrado que los destinados al pastoreo han perdido en un 50 % su estabilidad frente al agua, propiedad que fue medida según la técnica de MCCALLA (1942) citada por MOLINA y SPAINI (1949).

III) MÉTODO DE TRABAJO Y ESPECIES ENSAYADAS.

Las experiencias se llevan a cabo en una estancia de la localidad de Ciervo Petiso y cuyas características corresponden a las de la zona: suelos arenosos,

* Trabajo en marcha realizado por el Instituto Agrotécnico de la Universidad Nacional del Nordeste en colaboración con productores ganaderos. Se agradece muy especialmente al Ing. Agr. GUILLERMO COVAS de la Estación Experimental Agropecuaria de Anguil (INTA) y a los señores GUILLERMO H. EDWARDS y G. SEGOVIA (CREA) que facilitaron semillas para los ensayos; la avena Magnif 29 fue facilitada por el Ing. VALLEGA — Estación Experimental Agropecuaria de Castelar (INTA).

profundos, muy pobres en materia orgánica (alrededor del 1-1,7 % en tierra seca al aire), de reacción neutra a ligeramente ácida, con calcáreo entre 1,5-1,8 m de profundidad y con la característica de que frente a las lluvias se "planchan" con suma facilidad, formándose una costra impermeable en la superficie. (DULEY y KELLY, 1939.)

Todas las labores de preparación de la tierra y siembra se han ejecutado con una sola máquina: una rastra de discos pesados, tipo "Goble", equipada con dos cajones para la siembra simultánea de semillas gruesas y finas. El cuerpo delantero con discos dentados y el posterior con discos lisos.

En los pastoreos de verano se han usado sorgos Sudán dulce, Hegari sel. Sáenz Peña, Oliveros Carcarañá y maíz común.

Para los verdeos de invierno, especialmente para ir acumulando datos sobre la adaptación y comportamiento de las especies y variedades, se han ensayado: centeno Pico y Walstauden, trigo Klein 157 y Gral. Roca, cebada Negra Manfredi, avena amarilla común y Magnif nº 29 y mezcla de centeno Pico con *Vicia sativa.*

Praderas permanentes sembradas con centeno como protector, se tienen en marcha: alfalfa pampeana sel. Fortín Pergamino mezclada con pasto romano var. Pergamino El Gringo y cebadilla australiana, *Phalaris bulbosa* sel. Alejandro Botto, *Festuca arundinacea* var. Kentucky 31 y Alta y finalmente *Agropyron elongatum* y *A. desertorum.*

Sorgos y maíz sembrados a mediados de noviembre de 1958 a 44 cm y a razón de 20 y de 15-20 kg/ha, respectivamente. También se hizo maíz con siembra en los primeros días de enero de 1959.

Los cereales a razón de 80 kg/ha y a 22 cm entre líneas fueron sembrados desde principios de abril hasta comienzos de mayo de 1959. La *Vicia sativa,* con y sin inóculo para leguminosas, a razón de 30 kg/ha fue mezclada con 60 kg/ha de centeno Pico y sembrados en líneas a 22 cm de separación.

En las siembras permanentes el protector se colocó en líneas a 44 cm y a razón de 12-15 y de 25-30 kg/ha. Los alfalfares quedaron compuestos por 8-10 kg/ha de alfalfa, 3 de pasto romano y 4 de cebadilla. La *Phalaris bulbosa* se distribuyó a razón de 8-8,5 kg/ha. Las festucas en una proporción de 10 kg/ha y los agropiros a razón de 15 kg/ha.

Al trabajar campos brutos —potreros naturales— fue preciso dar únicamente una pasada previa y ya en la segunda quedaba el tablón sembrado. En los rastrojos de maíz con una sola pasada se aró, rastreó y sembró con cereales, y para las semillas finas —alfalfa, *Phalaris,* etc.— generalmente con dos pasadas se realizaron todas las labores; en estos últimos casos se acopló un rolo de madera para obtener un piso firme.

## IV) RESULTADOS OBTENIDOS.

1) La máquina ensayada dio excelentes resultados aun en las siembras de semillas finas, y creemos que llena las finalidades enunciadas en el punto dos, o sea, un sistema barato de trabajo.

2) Parece no ser adecuada para trabajar campos muy engramillados —*Cynodon sp.*—, pues no es capaz de desarraigar la gramilla. También se han tenido algunos inconvenientes mecánicos, en general, atribuídos al uso indebido de la misma.

3) Se estima una capacidad horaria de 0,75 a 1 ha y un consumo de 5 a 7 litros de gasoil por hora con un tractor de 45 HP.

4) El sorgo dulce, entre las especies de verano, es el que se desarrolló mejor en las condiciones del ensayo y del año.

5) Los pastoreos de sorgos durante 45 días y con 7 animales adultos por hectárea, a comienzos de espigazón y con presencia de aftosa en la hacienda, y de maíz a razón de 10 animales adultos/ha/30 días, permitieron obtener en la zona y para esa época —abril-mayo— animales excepcionales por su estado y peso. Se estima un aumento de 50 kilos en peso vivo comparado con los mantenidos en buenos campos naturales. Además, quedó un buen rastrojo para ser incorporado al suelo.

6) Cereales pastoreados a los 60 días de sembrados durante 30 días y con 3 animales adultos por hectárea, según un promedio de 10 novillos, registran un aumento de 690 gr/día/animal; en cambio, echando 2,5 animales por hectárea durante un mes y a los 45 días de la siembra los aumentos son de 950 gramos.

Además, en los meses de junio y julio 3 novillos de 3 ½ años en un control sobre pastos naturales, en 15 días, perdieron un kilo de peso vivo por día. Esos mismos animales llevados a los cereales, en un mes acusaron un aumento de peso vivo de 30 kilos.

7) Se destacaron como forrajeras el pasto romano y la cebadilla australiana.

8) Llama la atención la excelente implantación obtenida en los alfalfares y con el *Phalaris bulbosa.*

9) En todos los cultivos, especialmente en los cereales y en los permanentes, se acusa un notable

amarillamiento debido probablemente a la escasez de nitrógeno (suelos muy pobres en materia orgánica).

10) Fracaso absoluto de la avena Magnif nº 29 y de la mezcla centeno y *Vicia*. Mal comportamiento de la avena amarilla común. Pésima germinación, con pérdida total de los agropiros. La festuca se encuentra en observación. Conviene aclarar que en un ensayo en gran escala en Machagai, la *Vicia sativa* ha tenido excelente comportamiento, y que en la Estación Experimental Agropecuaria de Presidencia Roque Sáenz Peña la avena Magnif nº 29 ha dado muy buenos resultados, superando al centeno Pico y a la cebada Negra Manfredi.

11) Los centenos son sensibles a la roya y tienden a encañar temprano y la cebada Negra Manfredi parece tener mal comportamiento ''al diente'', es decir, son arrancadas fácilmente por los vacunos.

V) Conclusiones.

1) Es digno llamar la atención, por todos los factores en juego, sobre la índole de experiencias de esta clase. Se considera que obtenidos los datos básicos sobre las especies forrajeras, trabajando en esta forma es una manera efectiva y rápida de arribar a soluciones positivas.

2) La máquina en ensayo, por los resultados obtenidos, merece una atención especial en las explotaciones agrícolo-ganaderas para disminuir los costos de producción.

3) El Sudán dulce, particularmente si se lo consocia con caupí var. Tucumán 22, promete los mejores resultados para el mejoramiento de suelos agotados.

4) Los pastoreos de sorgo y maíz pueden resultar económicamente satisfactorios.

5) El comportamiento, en este primer año del ensayo, de los cereales nos hacen abrigar ciertas esperanzas para cubrir la falta de pasto en la época invernal.

6) Se confirma el estado de agotamiento y la necesidad de mejorar el suelo antes de obtener una producción alta de forrajes.

7) Se estima que es necesario hacer un manejo más racional del ganado en pastoreo, adaptando éste a las posibilidades del campo.

8) Finalmente, se ve la necesidad de contar con semilla forrajera a un costo adecuado y particularmente disponibilidad de la misma en la zona y en época adecuada.

VI) Resumen.

Se trata de los resultados de un año de experiencia, en la zona NE del Chaco, con forrajeras artificiales en gran escala y sometidas al pastoreo directo. Se dan las características de los suelos en donde se realizan los ensayos. Se detallan las especies y variedades empleadas, se destacan sus principales características y los resultados del pastoreo se expresan en aumento del peso vivo de los animales en kilos por hectárea y por día. Se llama la atención sobre los excelentes resultados obtenidos con una máquina (rastra de discos tipo ''Goble'') con discos dentados en el tren delantero y lisos en el posterior, equipada con dos cajones sembradores (semilla fina y gruesa). Finalmente se dan las conclusiones de este primer año de experiencias.

BIBLIOGRAFÍA

Duley, F. L. and Kelly, L. L. 1939: Effect of soil type, slope and surface conditions on intake of water. Nebraska Agric. Exp. Sta. *Res. Bull.* nº 12.

Molina, J. S. y Spaini, L. S. 1949: Coloides producidos en la descomposición aerobia de la celulosa y su influencia sobre la estructura del suelo. *Rev. Arg. Agron.* **16**: 33-49.

## Agotamiento y erosión de suelos en la región algodonera del Chaco *

*(Comunicación)*

Gustavo A. Lundberg, Jorge S. Molina, Pedro M. Fuentes Godo y Juan Quant Bermúdez

Introducción.

Las zonas algodoneras más antiguas del Chaco presentan chacras abandonadas, por éxodo de sus agricultores hacia tierras nuevas. Tal es el caso de Margarita Belén, Colonia Benítez, e incluso algunas zonas de Makallé, Laguna Blanca, Pcia. Roque Sáenz Peña, etc. Cardozier (1957) menciona fenómenos análogos en los Estados Unidos.

La importancia en la economía provincial del cultivo, que representó en 1955 más del 75 % de sus recursos hace urgente solucionar este problema.

Reseñemos observaciones sobre el problema y las bases sobre las que se han orientado los trabajos que se llevan a cabo actualmente.

* Trabajo realizado en el Instituto Agrotécnico de la Universidad Nacional del Nordeste.

Problemas observados.

En toda la extensión de la zona algodonera hemos encontrado los siguientes problemas comunes en todas ellas:

1) Fácil aplastamiento de los suelos por las lluvias; 2) formación de pisos de arado; 3) erosión en manta; 4) reducción del período de labranzas; 5) necesidad de mayor número de labranzas.

1. *Fácil aplastamiento de los suelos por las lluvias*: El debilitamiento y pérdida de estructura de suelos bajo cultivo se aprecia por el ''planchado'' por lluvias, cosa que ocurre en menor grado en los suelos nuevos o poco cultivados. Duley y Kelly (1954), McIntyre (1957), entre otros autores, han estudiado la disminución de la infiltración que se produce por esta causa.

La diferencia de resistencia de los agregados de suelos chaqueños entre suelos nuevos y cultivados, medida en laboratorio por el método de McCalla (1942) nos ha permitido confirmar la observación hecha a campo, en una chacra de Colonia Rivadavia, que arrojó el siguiente resultado:

| | % de orgánica materia | Número de gotas de agua necesarias para destruir un agregado de suelo |
|---|---|---|
| Suelo virgen bajo monte, sin pastoreo ......... | 3,61 | 62 |
| Suelo de ''destronque'', cultivado 7 años ..... | 2,92 | 18 |
| Suelo cultivado desde 1914 | 0,57 | 6 |

2. *Formación de ''piso de arado''*: La presencia de capas endurecidas limita la penetración en profundidad de las raíces y disminuye la capacidad de infiltración. Su presencia coincide invariablemente con suelos faltos de estructura, en los perfiles observados.

En una chacra de Machagai, con ''hard-pan'' muy marcado, fue posible comprobar que una lluvia de 5 mm en una hora, produjo escurrimiento por insuficiente absorción. La pendiente era menor a 1 %. En ese momento, pudo comprobarse que, pese a que había llovido más de 500 mm en los dos meses precedentes, por debajo de la capa arable el suelo estaba completamente seco.

3. *Erosión en manto*: Consecuencia de la débil estructura, y de la característica del cultivo que mantiene el suelo desnudo la mayor parte del año, es evidente con pendientes ínfimas. Stallings (1957) asigna al suelo descubierto un papel preponderante en la erosión, debido a la falta de amortiguación del impacto de las gotas de agua.

En Campo Grande, hemos estimado una sedimentación de 60 cm de materiales de arrastre en un bajo, y pérdidas de aproximadamente 80 cm en la pendiente. Esto significaría valores mayores que los de Zaffanella, quien calculó arrastres del orden de 50 tn/ha/año.

4. *Reducción del período de labranza*: El corto tiempo que permanecen trabajables los suelos, obliga al empleo de equipos cada vez más potentes por unidad de superficie. Es el caso de los suelos llamados de ''día domingo'' por Myers. Un agricultor en Machagai expresó que su cultivadora tirada por una yunta de mulas que le permitía cultivar 20 ha, hoy le resulta insuficiente para atender 10 ha de algodón.

5. *Mayor número de labranzas necesarias*: Papadakis señaló el mayor número de labranzas que requiere el cultivo en suelos agotados a fin de dominar las malezas. Las observaciones hechas y los informes recogidos coinciden absolutamente. El siguiente cuadro fue confeccionado en base a datos dados por el presidente de una cooperativa, tomados de su experiencia como agricultor activo:

| Labores necesarias | Suelo nuevo | Suelo agotado |
|---|---|---|
| Aradas .................. | 1 | 3 a 4 |
| Carpidas .................. | 1 | 3 a 4 |
| Cultivadas y/o aporques .. | 1 a 2 | 5 a 8 |

En opinión de dicho productor ese mismo problema es general entre sus 800 consocios.

Causas del problema.

1. *Falta de suficiente reposición de materia orgánica*: Los problemas reseñados están relacionados con la pérdida de estructura de los suelos por falta de suficiente reposición de la materia orgánica consumida durante el cultivo.

Stallings (1957), McCalla (1942), Kononowa (1958) y otros han señalado la importancia de la renovación y reposición de la materia orgánica para la formación de agregados de suelo estables en agua. Molina y colaboradores desde 1946, han demostrado el papel que desempeñan los coloides producidos en la descomposición aerobia de la celulosa en el mejoramiento de la estructura de los suelos agrícolas.

Determinaciones efectuadas sobre diferentes zonas del Chaco han arrojado los siguientes resultados:

% MATERIA ORGÁNICA

| | Margarita Belén | Sáenz Peña | Charata |
|---|---|---|---|
| Suelo virgen ........ | 3,95 (x) | 3,61 | 3,60 |
| Suelo cultivado 30 años | 1,14 | 0,57 | 0,85 |

(x) Suelo de "destronque", cultivado 2 años.

El hecho de haber encontrado en Charata, en una chacra que se destaca por sus altos rendimientos y seguridad de cosecha, un nivel de 1,80 % en suelos cultivados por más de 30 años, donde se lleva a cabo una rotación de algodón-maíz-alfalfa, pone en evidencia la trascendencia que tienen las prácticas culturales sobre el nivel de materia orgánica y fertilidad. Bajo cultivo el porcentaje de materia orgánica dependería más de métodos agrotécnicos que del clima en sí. Esta observación coincide con los datos de KONONOWA y colaboradores (1958).

2. *El exceso de labores*: BARTHOLOMEW (1957), DULEY y colaboradores (1954) y otros han señalado el laboreo como causa de disminución del porcentaje de humus, pérdida de estructura y disminución de infiltración.

ZAFFANELLA (1957) observó la menor infiltración en las huellas de los tractores en el Chaco. DONEEN y colaboradores (1952) estudiaron la pérdida de permeabilidad luego de sucesivas pasadas de tractores, mostrando que se llegaba al mínimo de infiltración después de 6 pasadas. Actualmente los tractores recorren por año como mínimo 10 veces las tierras destinadas a cultivar algodón.

3. *La quema del rastrojo*: Obligatoria por ley hasta el año pasado, ha causado la pérdida de importantes cantidades de materia orgánica en miles de hectáreas. QUANT (1959) estima en 5 tn/ha el peso promedio de los rastrojos de algodón chaqueños.

4. *Falta de rotaciones adecuadas,* que alternen períodos de construcción de fertilidad con períodos de su aprovechamiento intenso. Una rotación que incluya plantas de raíces profundas permite la puesta en producción de reservas del subsuelo, como señalan KONONOWA (1958), SYKES (1949), TURNER (1952), etc. BRADFIELD en 1948 señaló la importancia del subsuelo y la falta de su estudio más intenso.

## ORIENTACIONES PARA MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN.

1. *Aprovechamiento total de los rastrojos*: El uso de rolos de cuchillas, rastras dobles de discos, arados rastra, etc., y aun maquinarias especiales para desmenuzamiento perfecto, permiten conciliar la parte sanitaria y la conservacionista.

2. *Establecimiento de rotaciones adecuadas*: La experiencia del exterior, en EE. UU. con la "grassland farming", en Rusia con el "trawopolni sewooborot" de la escuela de WILLIAMS, coinciden con la experiencia recogida en la zona pampeana, significando el valor de las praderas consociadas de gramíneas con leguminosas de raíz profunda, como mejoradores de la estructura con notable aumento del nivel de materia orgánica, y con notables aumentos de producción en las cosechas subsiguientes.

Determinaciones efectuadas sobre suelos del oeste del Chaco, en chacras que rotan maíz, algodón y alfalfa, indican diferencias de hasta 24 tn/ha de materia orgánica entre suelos de alfalfares de 3 años y cultivos de algodón repetidos por 3-4 años.

Los antecedentes y las observaciones mencionados, nos llevan a buscar la estabilidad para la agricultura chaqueña en rotaciones que incluyan un período de producción animal sobre praderas de pastoreo (construcción de fertilidad), alternado con un período de cultivos anuales intensivos (períodos de aprovechamiento).

Las experiencias iniciadas en Machagai y Ciervo Petiso tienden a recoger datos locales sobre la dinámica de la fertilidad en suelos bajo rotación.

## ALGUNAS MEDIDAS COMPLEMENTARIAS.

A. *Retorno a campos de cultivo de residuos de desmote*: Los carpelos, o perillas, tienen según CARDOZIER (1957) un valor superior al estiércol, habiendo sido empleado en Texas y Oklahoma con buen resultado. Anualmente se queman en el Chaco alrededor de 10.000 tn de carpelos, aproximadamente, con un contenido estimado de 150.000 kg de nitrógeno, 40.000 kg de fósforo y 500.000 kg de potasio.

B. *Uso de cultivadores profundos (tipo Graham Plow)*: Coincidimos con ZAFFANELLA y colaboradores (1957) en que siendo interesantes sus resultados, no deben constituir sino medidas complemen-

tarias que permitan una más rápida reconstrucción del suelo degradado.

C. *Sistematización de cultivos y curvas de nivel*: Las observaciones de rupturas de curvas de nivel en Machagai, El Colorado, Misiones, San José de la Esquina, etc., por lluvias que en algunos casos no llegaron a 30 mm, nos refirman en que tan útiles medidas no son más que complemento en planes de recuperación de suelos. De especial interés resulta el sistema KEYLINE-YEOMANS (1956), que consiste en el empleo de cultivadores tipo "Graham Plow", siguiendo curvas paralelas a una curva básica de nivel.

D. *Elaboración y empleo de "compost"*: HOWARD (1947) y BALFOUR (1953) señalan su buen resultado en algodón. Se está tratando de adquirir experiencia local en Colonia Rivadavia y en Campo Grande.

CONCLUSIONES

1. La agricultura chaqueña se desarrolla con características migratorias y en forma altamente inestable.

2. La falta de reposición de materia orgánica en cantidad suficiente bajo cultivos repetidos durante gran número de años, deriva en la pérdida de estructura, con consecuencias como las siguientes: aplastamiento por lluvias, baja capacidad de infiltración y retención de agua, dificultades de laboreo, etc.

3. Se trabaja una capa arable empobrecida, yacente sobre un subsuelo fértil, que se desaprovecha por la presencia de horizontes endurecidos e impermeabilizados.

4. La eliminación de la quema de rastrojos, y el empleo de rotaciones apropiadas, con inclusión de praderas (gramíneas y leguminosas de raíz profunda consociadas), permitirían el mejoramiento de la estructura y fertilidad, y el aprovechamiento de la fertilidad del subsuelo chaqueño, con lo que podría llegarse a una agricultura estable.

5. El ideal sería llegar a la chacra mixta, en que cada agricultor sea a la vez un pequeño invernador, granjero o tambero, en la parte de la chacra que en su turno de rotación esté destinada a pastoreo.

## Problemas del manejo de suelos en Misiones

*(Trabajo)*

PEDRO M. FUENTES GODO y ALBERTO ROTH

1. *La iniciación de las prácticas agrícolas en tierras tropicales y subtropicales*: Hasta ahora no ha sido resuelta en forma satisfactoria la iniciación de las prácticas agrícolas en estas tierras. El problema más grande que plantean lo constituye la vegetación densa que cubre en su mayor parte a estas regiones.

La sustitución o eliminación de esta vegetación natural, por otra cultivada, por el hombre es una etapa difícil debido al enorme volumen herbáceo y leñoso que se trata de eliminar para no tener que removerlo. Esto ha dado lugar a que desde el comienzo de su actividad agrícola el hombre haya usado el fuego como el medio más fácil para "limpiar" los suelos de su enorme masa de vegetación. RUSSELL (1950) indica, dentro de los principios vigentes para la explotación de suelos tropicales, al corte y luego la quema de los bosques como medio de incorporar el terreno al cultivo.

Sin embargo la óptima fertilidad de que disponen estos suelos en sus primeros años de agricultura no es continua. Ésta declina rápidamente, hasta ser imposible la obtención de cosechas remunerativas.

2. *La agricultura en la provincia de Misiones*: La actividad agrícola de la provincia de Misiones se inició a partir del año 1900 y se incrementó desde 1920 en que se difundió notablemente la plantación de yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.); "con esto se inició simultáneamente la práctica del rozado a fuego de los montes a fin de poder hacer las primeras plantaciones de yerba mate; luego, el rozado a fuego se fue generalizando con frecuencia sobre las tierras mensuradas y bosques explotados en sus especies valiosas para dedicar las superficies al cultivo de plantas anuales o permanentes". TORTORELLI (1947).

Sus primeros colonos, casi todos europeos, pusieron en práctica las labranzas comunes de aquellas regiones templadas donde las condiciones climáticas son totalmente diferentes. Entre ellas la más común fue la limpieza total de los suelos, no sólo de las malezas, justificable en algunos casos, sino de los residuos de las cosechas. Sin embargo, salvo la experiencia de uno de los autores, con óptimos

resultados prácticos, no se ha generalizado la utilización de los residuos orgánicos para la preparación e incorporación de "compost", es decir, estiércol artificial, para compensar la pérdida natural de los suelos en materia orgánica.

El uso del fuego, extendido en algunos casos incluso a los residuos de las cosechas, además de la labranza continuada dejando a los suelos desnudos sin una cobertura conveniente, ha provocado actualmente en Misiones la aparición de un serio problema, la erosión de los suelos, que afecta la estabilidad de su economía. SAUBERÁN y MOLINA (1957) indican que casi un 100 % de la superficie cultivada está afectada por este fenómeno.

3. *Fundamentos por los que habría que excluir el uso del fuego*: Se considera a la materia orgánica como el factor más importante en la conservación de los suelos y en su resistencia a la erosión. MOLINA y SAUBERÁN (1957). Ésta es una de las razones principales por las cuales se trata de evitar el uso del fuego, elemento que destruye la vegetación en forma violenta, vegetación que al retornar periódicamente al suelo no sólo lo protege con el mantillo que se forma, sino que "al descomponerse se liberan sustancias nutritivas para las plantas" WASKMAN (1952).

El consumo de grandes cantidades de material herbáceo y leñoso por el fuego, hasta casi su totalidad, hace que los suelos queden bruscamente expuestos al medio ambiente especialmente a la acción directa de los rayos solares y del impacto de las gotas de agua. Esta acción contribuye directamente a destruir su estabilidad, STALLINGS (1957), favoreciéndose aún más esta acción cuando no hay aporte de sustancias orgánicas que equilibren esta pérdida de estabilidad.

Actualmente se ha establecido que el mayor agente erosivo de los suelos, en cuanto a erosión hídrica se refiere, reside en la energía destructora del impacto de las gotas de agua. STALLINGS (1957). Por ello tiene importancia el conocimiento de la intensidad que llegan a alcanzar las precipitaciones en Misiones, habiéndose registrado valores extremos de 75 mm por hora. GRÜNER (1955), REICHART (1958).

Según STALLINGS (1957) la sustancia que primeramente se pierde cuando se deja a los suelos desnudos es la materia orgánica, la cual sirve como alimento de la flora microbiana y como fuente de sustancias cementantes que unen las partículas del suelo en agregados. En este sentido y destacando la importancia de aprovechar todos los restos orgánicos que provee el suelo, cabe señalar las investigaciones realizadas por MOLINA y SPAINI (1947) sobre el aumento de la resistencia de los agregados del suelo frente al impacto de las gotas de agua por incorporación artificial de coloide producido a partir de la celulosa en condiciones aerobias.

4. *Soluciones encontradas*: BERTONI (1929) en el Paraguay realizó experiencias durante más de 25 años eliminando el fuego, es decir, el "*rozado sin quemar*" como labor agrícola inicial, aprovechando casi íntegramente todos los principios orgánicos producidos por el suelo, logrando prolongar más la fertilidad de los mismos. Estas experiencias en contraposición con las que se practican comúnmente en estas regiones, es decir, el abandono obligado de los terrenos volviendo a ser cubiertos por la vegetación natural, dio lugar a lo que él llamó el "*cultivo continuado sin incendio*" aprovechando todos los residuos orgánicos, los cuales, además de proteger a los suelos de los agentes erosivos del clima, contribuyen con su descomposición a mantener por tiempo más o menos prolongado la fertilidad de las tierras. BERTONI (1929). Estas experiencias son de un valor extraordinario no sólo técnico sino social, ya que al mantener en forma continua la fertilidad de las tierras es posible estabilizar no sólo la economía de los productores sino la de los pueblos de Misiones, como Bonpland y Cerro Corá, los cuales no muchos años atrás disfrutaban de una floreciente economía gracias a la fertilidad de sus suelos y que hoy con estos recursos agotados están prácticamente en vías de desaparición.

5. *La materia orgánica como factor importante de la fertilidad de los suelos*: La materia orgánica es uno de los factores que contribuyen a una buena conservación de la fertilidad de los suelos. LYON y BUCKMAN (1952). Cumple un papel importante en la nutrición nitrogenada de las plantas. En Misiones su contenido proviene en su casi totalidad de la materia orgánica. IATEM (1957). Además la materia orgánica cumple un rol especial en la solubilización del fósforo. MOLINA y SAUBERÁN (1955). El papel primordial que ejerce la materia orgánica en los suelos y especialmente en los tropicales lo define NICOL (1956) al establecer que en las selvas tropicales la parte principal del capital de un agricultor está en las sustancias nutritivas fijadas en la vegetación herbácea y leñosa, inversamente a lo que ocurre en los climas temp'ados donde la principal reserva de la fertilidad está en el suelo. Según

SAUBERÁN y MOLINA (inédito) "si se quiere luchar con éxito contra la erosión, y en esto concuerdan todos los autores, es necesario mantener un adecuado tenor de materia orgánica".

6. *Evolución de la materia orgánica*: Dado el papel primordial que cumple la materia orgánica especialmente en los suelos tropicales, donde no sólo constituye una fuente de reserva de nutrientes sino que además ejerce la función de cobertura, NICOL (1956), se han iniciado estudios acerca de la evolución de su contenido, objeto de la presente comunicación, tanto en tierras en las que se ha practicado el rozado sin quemar como el rozado a fuego.

Las experiencias que se conocen después de las realizadas por BERTONI en el Paraguay sobre el rozado sin quemar y adaptadas a las condiciones actuales, ROTH (1957), han sido efectuadas en Santo Pipó, Misiones.

Los datos que se citan corresponden a experiencias realizadas en L. N. Alem, Misiones, siguiendo los mismos principios ya enunciados:

| Clase de suelo (0-15 cm) | Número de gotas para destruir un terrón McCALLA (1942) | Materia orgánica | |
|---|---|---|---|
| | | En % | En ton/ha |
| Suelo de Monte .... | más de 300 | 5,18 | 116,5 |
| Rozado a fuego 3er. año .......... | 135 | 3,38 | 76,0 |
| Plantación bajo monte 1er. año .......... | 220 | 6,54 | 147,1 |
| Rozado a fuego 1er. año .......... | 140 | 4,00 | 90,0 |

De las cifras enunciadas se pueden extraer algunas conclusiones, las cuales pueden ser rectificadas o ratificadas según la marcha de la experiencia:

1. Es posible no sólo mantener sino aumentar el contenido original en materia orgánica de los suelos. Los datos anteriores nos dan un aumento de 1,36 %, es decir, según estimaciones de LYON y BUCKMAN (1952) equivalen a 30,6 toneladas de materia orgánica por hectárea.

2. La práctica del rozado a fuego, en su primer año, contribuye a disminuir en 1,18 % el contenido de materia orgánica en comparación con el suelo de monte y, en 2,54 % con el rozado sin quemar (plantación bajo monte), o sea, 26,5 y 57,1 tn/ha de materia orgánica respectivamente. Además, hay una notoria disminución a la resistencia del impacto de las gotas de agua: 140 gotas frente a 220 y más de 300, según se comprueba más arriba.

3. Luego del rozado a fuego, y tal como lo confirma la experiencia, hay una declinación en la fertilidad de los suelos; la cual se pone de manifiesto en términos de materia orgánica al comparar el suelo de monte con el rozado a fuego del tercer año. En efecto, hay una declinación del 1,8 %, es decir, unas 40,5 tn/ha. También es evidente la pérdida de la estabilidad de los agregados frente al agua que, en el caso en cuestión es mayor del 100 %, o sea, 135 gotas contra más de 300.

## CONCLUSIONES

A. Cabe expresar aquí los conceptos de SAUBERÁN y MOLINA de que: el rozado a fuego constituye en estos tiempos una práctica irracional, ya que destruye la materia orgánica la cual es la base de la fertilidad, conservación y resistencia a la erosión de los suelos.

B. También estamos con GRAHAM (1947) en el sentido de que: el uso del fuego en la agricultura tal como se ha venido practicando hasta ahora hace necesario en las regiones tropicales un descanso de los suelos llamado "barbecho de matorral"; en Misiones se denomina "capuera".

C. Este descanso o abandono de las tierras por agotamiento en forma de "capuera" es común en Misiones y Brasil; descanso, que se hace más necesario cuando las labranzas han sido muy frecuentes y no debidamente adecuadas ni complementadas con una buena cobertura protectora de los suelos.

D. El aprovechamiento de todos los materiales orgánicos mediante el rozado sin quemar, orienta a la agricultura hacia una faz más racional con la práctica del "cultivo continuado" aprovechando la fertilidad de las tierras.

## RESUMEN

Se plantean los principios de que se ha valido el hombre para poner en cultivo las tierras tropicales y los problemas que presenta, y se hace especial referencia "al fuego". Al respecto, se hace un análisis referido a la provincia de Misiones. Se dan los fundamentos por los que habría de excluirse el fuego de dicha práctica. Se exponen las soluciones encontradas para sustituirlo y se hace hincapié en la práctica del "rozado sin quemar" en contraposición al "rozado a fuego". Se hace una reseña de la importancia de la materia orgánica en la fertilidad del suelo y se dan los primeros datos de la evolución de la misma y sus consecuencias en rozados a fuego y en los sin quemar.

## BIBLIOGRAFÍA


(1) BERTONI, M. S. 1929: *Agenda y Mentor Agrícola*. Ex Sylvis. Pto. Bertoni, Par.

(2) GRAHAM, E. H. 1947: *Uso Racional del Suelo*. Editorial Nascimiento. Santiago, Chile.

(3) GRÜNER, G. 1955: *La erosión en Misiones*. M.A.G. Pub. Misc. nº 411. Buenos Aires.

(4) IATEM. 1957: *Los suelos de Misiones*. Hombre y Suelo nº 6. Buenos Aires.

(5) LYON, T. L. y H. O. BUCKMAN. 1952: *Edafología*. Acme Agency. Buenos Aires.

(6) MCCALLA, T. M. 1942: *Influence of biological products on soil structure and infiltration*. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. **7**: 209-214.

(7) MOLINA, J. S. y L. SPAINI. 1947: *Producción de coloides en el proceso de la descomposición aerobia de la celulosa*. Rev. Arg. Agron. **14**: 20-32.

(8) MOLINA, J. S. y C. SAUBERÁN. 1955: *Presencia de fósforo asimilable en los suelos de la región pampeana*. Rev. Arg. Agron. **22**: 188-192.

(9) NICOL, H. 1956: *Der Mensch und die Mikroben*. Rowohlts Deutsche Enzyklopädie. Rowohlt, Hamburgo.

(10) REICHART, M. A. L. 1958: *Ajustes necesarios para el uso racional de los suelos cítricos de Misiones*. IATEM, Posadas, Misiones.

(11) ROTH, A. 1957: *Manejo adecuado de las plantaciones de Yerba Mate en la zona de Monte*. Hombre y Suelo nº 6. Buenos Aires.

(12) RUSSELL, E. J. 1950: *Soil Conditions and Plant Growth*. Longmans, Green and Co. Londres.

(13) SAUBERÁN, C. y J. S. MOLINA. 1957: *Agotamiento, erosión y recuperación de suelos en la República Argentina*. Editorial Hombre y Suelo. Buenos Aires.

(14) SAUBERÁN, C. y J. S. MOLINA (inédito): *Conservación de Suelos en la Argentina*.

(15) STALLINGS, J. H. 1957: *Soil Use and Improvement*. Prentice-Hall. N. Jersey.

(16) TORTORELLI, L. A. 1947: *Los incendios de los bosques en la Argentina*. M.A.N. Direcc. Forestal. Bs. Aires.

(17) WAKSMAN, S. A. 1952: *Soil Microbiology*. John Wiley and Sons. N. York.


## Estado actual del problema de la erosión del suelo, por la acción del viento y corrientes fluviales en la provincia de San Luis

*(Trabajo)*


JOSÉ R. GUIÑAZÚ


El autor no envió resumen.

## Las tierras áridas de la Argentina deben ser estudiadas para incrementar su grado de productividad. Necesidad de crear una organización técnica de lucha contra las sequías. Planificación y colonización de las tierras áridas

*(Trabajo)*


JOSÉ R. GUIÑAZÚ


El autor no envió resumen.

## Influencia del tipo y época de labranza en la conservación del suelo y del agua edáfica

**(Región semiárida pampeana)**

*(Trabajo)*


MARTÍN J. MONSALVO


1) CONDICIONES ECOLÓGICAS DE LA REGIÓN.

Es un ambiente templado y semiseco en una llanura uniforme con lomadas medanosas. Las lluvias son variables en el año y a través de ellos, con períodos críticos en el invierno, principio de primavera y en pleno verano, las mismas disminuyen desde la isohieta de 700 mm al oeste. Es común la amplia variación de las temperaturas, los vientos son intensos y frecuentes, principalmente en los meses de agosto y setiembre. Los suelos se han desarrollado sobre material sedimentario, predominando el loess, el limo y la arena, son de textura arenosa a franco-arenosa, con una capacidad útil determinada por el horizonte de acumulación calcáreo, la capacidad hídrica es de baja a moderada. Los procesos de formación del suelo muestran a éstos dentro del tipo "pardo" y "grises de desierto".

El excesivo pastoreo, especialmente con ovinos y el laboreo del suelo sin criterio de conservación, presentan al mismo altamente deteriorado.

Debemos tener en cuenta el ambiente al trabajar el suelo, usando implementos de labranza que lo haga estable y productivo, lo proteja de los fuertes vientos, que con la escasez de humedad, origina condiciones propicias para la erosión. La humedad útil para las plantas frecuentemente se encuentra en niveles críticos, no sólo para los cultivos sino

también para la vegetación natural. En base a estas consideraciones se planeó un ensayo que nos permitiera juzgar los distintos métodos y épocas de labranza en la conservación del suelo y la humedad edáfica. Desde el año 1955 la Estación Experimental Agropecuaria de Anguil realiza trabajos en ese sentido.

## 2) Planeo experimental.

Se planeó un ensayo en parcelas divididas investigando la acción de:

*a*) Suelo con y sin barbecho en parcelas;

*b*) Distintos tipos de labranzas en subparcelas.

En subparcelas de 100 m por 50 m se emplearon los siguientes implementos: arado de reja con vertedera, arado de reja sin vertedera, arado rastra y arado rastra excéntrico. El ensayo se conducirá durante un lapso representativo, analizándose estadísticamente los rendimientos.

## 3) Observaciones sobre:

*a*) *La práctica del barbecho*: Dos causas interfieren la práctica del barbecho; la superficie a menudo reducida de las chacras y el desconocimiento de las ventajas del mismo. En esta región el barbecho debe dejar una superficie rugosa y cubierta de rastrojo. Las parcelas barbechadas se trabajaron temprano en verano, las sin barbecho tarde en otoño, sembrándose todo luego. Con el propósito de obtener condiciones favorables para la conservación del agua y del suelo, se usaron cuatro implementos de labranza. El arado de reja con vertedera, que entierra totalmente la cobertura, pulveriza el suelo, permite un buen control de las malezas y facilita las labores posteriores. El arado rastra que pulveriza el suelo, entierra parte del rastrojo, que si es excesivo es conveniente y hace un buen control de las malezas. El arado rastra excéntrico, que presenta discos normales de 60 cm de diámetro alternando con discos excéntricos de 65 cm de diámetro ensamblando en cuatro posiciones distintas deja el suelo poceado, controla bien las malezas, destruye más rastrojo que el anterior y pulveriza el suelo. El arado de reja sin vertedera mantiene la mayor parte del rastrojo sobre la superficie, conserva la estructura, hace un buen control de la erosión, mediano control de las malezas, ofrece dificultades en la siembra. Se mantiene limpio el barbecho aplicando la varilla escardadora rotatoria que conserva el rastrojo y compacta el suelo favoreciendo el lecho de simiente, los rastrojos densos dificultan su acción, el número de aplicaciones depende del clima; siempre se hará esta labor, cuando las malezas y especialmente las resiembras espontáneas estén en su primer estado de desarrollo.

*Humedad útil para las plantas en el suelo (en mm), al iniciarse el ensayo, en el momento de la siembra, lluvias durante el barbecho*

| | Años | |
|---|---|---|
| Fecha: | 1958 | 1959 |
| *a*) Al iniciarse el ensayo | 10/II | 10/I |
| *b*) De siembra | 23/VI | 24/VI |
| Humedad útil para las plantas en el suelo: | | |
| *a*) Al iniciarse el ensayo | 30 | 38 |
| *b*) En el momento de la siembra: | | |
| 1) Sin barbecho | 30 | 51 |
| 2) Con barbecho | 42 | 84 |
| Lluvias durante el barbecho (en mm) | 86,6 | 175,4 |

*Rendimiento de grano en kg/ha en suelo con y sin barbecho y distintos implementos*

| | Años | | | |
|---|---|---|---|---|
| | (1) 1955/56 | (2) 1956/57 | (3) 1957/58 | (4) 1958/59 |
| Lluvias en mm ....... | 769 | 747 | 911 | 543 |
| Suelo sin barbecho: | | | | |
| *a*) Arado de reja con vertedera ....... | Valor | Valor | 1790 | 996 |
| *b*) Arado rastra ... | promed. | promed. | 1562 | 818 |
| *c*) Arado rastra excéntrico ........ | 1170 | 1220 | 1465 | 1026 |
| *d*) Arado de reja sin vertedera ....... | | | 1223 | 704 |
| Suelo con barbecho: | | | | |
| *a*) Arado de reja con vertedera ....... | Valor | 1755 | 2109 | 1562 |
| *b*) Arado rastra ... | promed. | 1533 | 1659 | 1543 |
| *c*) Arado rastra excéntrico ........ | 1430 | 1655 | 1762 | 1501 |
| *d*) Arado de reja sin vertedera ....... | | 1177 | 1472 | 1087 |

(1) y (2) Trigo Sureño. Datos obtenidos por el Ing. Agr. G. Covas.

(3) Cebada Negra Manfredi.

(4) Trigo Gral. Roca.

*b*) *Relación entre los distintos tipos de labranza, la cobertura del suelo y la humedad edáfica*: De los distintos implementos el arado de reja sin vertedera es el que deja la mayor cantidad de residuos sobre la superficie, en tanto que el arado rastra y el arado rastra excéntrico, incorporan al suelo un treinta a un cuarenta por ciento de los mismos, el

arado de reja con vertedera muestra al suelo prácticamente sin cobertura. La cantidad de rastrojo que queda sobre el suelo depende del cultivo anterior, del número de labores para eliminar la vegetación adventicia y de la herramienta utilizada.

El agua útil en el suelo en las distintas labores al finalizar el barbecho oscila en 42 mm en el año 1958 y 84 mm en 1959. Parece que las condiciones climáticas tienen más influencia en la regulación de la humedad edáfica que los distintos implementos de labranza.

CONCLUSIONES

La influencia del barbecho se evidencia a través de los rendimientos y los valores de humedad en el suelo.

Se debe trabajar el suelo con herramientas que lo dejen áspero y cubierto. El arado rastra, el arado rastra excéntrico y el arado de reja sin vertedera son implementos de labranza de alto valor conservacionista, siendo el arado de reja con vertedera el que expone al suelo a los mayores riesgos en la región semiárida pampeana.

## Obtención de abonos a partir de residuos domiciliarios

(*Trabajo*)

Ricardo M. Pereyra Pino, Marcos M. Sales y Alcides V. Sosa

Propósito de este trabajo.

Es nuestro propósito tratar de llevar a la práctica una técnica simple de elaboración de abono, a partir de residuos domiciliarios, que no exija mayores instalaciones y pueda ser desarrollada en cualquier municipio.

Revisados los antecedentes al respecto, se optó, por sus resultados experimentales, un procedimiento propuesto por la Universidad de California y adaptarlo al tipo de residuos de nuestras ciudades.

Consideraciones generales.

La basura es el desperdicio sólido de la comunidad y está integrada por sustancias de distinta naturaleza: desperdicios, estiércol, basura callejera, animales muertos, cenizas, etc.

El problema de su solución está relacionado con la salud pública, estética y economía.

Desde el punto de vista higiénico, el basural es un foco en potencia de desarrollo de ratas, moscas, insectos y otros vectores portadores peligrosos de distintas enfermedades.

Socialmente, da lugar al ''ciruja'', individuo que actúa en un ambiente infradotado, que es la antesala del hospital y a veces de la cárcel.

Desde el punto de vista estético, los basurales presentan un deplorable estado de descuido y abandono que debe ser urgentemente corregido por su cercanía a centros poblados.

Una adecuada y controlada transformación fermentativa de los residuos domiciliarios y deshechos del barrido de calles, podría ser la respuesta adecuada a la cuestión planteada.

Experiencias realizadas.

*Preliminares*: Fueron realizadas con pocas cantidades de residuos, aprox. 50 kg c/u, sin seleccionar, colocados en tanques de 200 litros, agujereados lateralmente y en el fondo, controlando la temperatura a diferentes alturas y profundidades, la relación carbono-nitrógeno y la humedad.

Luego de iniciadas estas experiencias, comprobamos que la relación C/N se mantenía por debajo de los valores considerados óptimos, lo cual nos indicaba que la selección previa de los residuos es indispensable.

La eliminación de papeles y trapos, aunque no totalmente, sobre todo de papeles, es fundamental para obtener una adecuada relación de carbono a nitrógeno.

Se producían malos olores debido a un exceso de humedad y el residuo adquiría el color verdoso-grisáceo característico de los materiales en putrefacción. Los huesos no experimentaban transformación alguna y, después de varios días, se podían distinguir claramente las partes constitutivas del sistema heterogéneo.

Todos los factores en conjunto, hicieron que la marcha del trabajo se desarrollara en forma muy deficiente y, por lo tanto, era evidente que la transformación progresaba lentamente o no se producía. De cualquier forma, estas experiencias fueron sumamente útiles, pues nos permitió sacar conclusiones generales para ubicarnos más en el problema.

*Experiencias en pilas bajo techo*: Teniendo en cuenta las dificultades anteriores, se consideró co-

mo fundamental trabajar con bastante mayor cantidad de residuos. Se trabajó bajo techo, sobre un piso de cemento construído al efecto. Se realizó una selección previa, separando gran cantidad de tarros, papeles, trapos y vidrios y, sin molienda inicial, se acondicionó en pilas cónicas de aprox. 1,50 metros de altura. A los efectos de homogeneizar la humedad y evitar malos olores, la pila fue removida frecuentemente, es decir, con menor intervalo de tiempo entre cada remoción, hasta llegar al grado de humedad considerado óptimo. Esto último fue un factor determinante de la buena marcha de la fermentación. Permite efectuar la necesaria aereación para la proliferación de la flora bacteriana aeróbica.

La relación carbono-nitrógeno, que se inició con valor alto fue descendiendo gradualmente, a medida que se producía la transformación, lográndose finalmente un valor adecuado.

La temperatura, sin considerar la remoción, se mantuvo en su valor más alto durante todo el lapso, para finalmente caer gradualmente, anunciándonos el final de la elaboración.

*Experiencias a cielo abierto*: Se realizaron completamente a la intemperie, con cargas de residuos de aprox. 8.000 kg. Su objeto fue observar el proceso de fermentación bajo las posibles inclemencias del tiempo. A pesar de las varias y abundantes lluvias y bruscos descensos de temperatura ambiente, ésta, en el seno de la pila, se mantenía en su valor más alto. La fermentación se conducía adecuadamente y la relación C/N experimentó un descenso gradual. A cada remoción de pila para suministrar el oxígeno necesario y evitar olores, la temperatura se reponía bien. Los huesos evidentemente eran atacados; si bien conservaban su forma original, eran fácilmente desmenuzados.

Se pudo comprobar de esta forma, a los fines del proceso, que no hay ninguna diferencia entre realizar éstos bajo techo o a la intemperie, lo cual tiene gran importancia desde el punto de vista económico-industrial.

*Observaciones generales a las experiencias efectuadas*: De acuerdo a los análisis se constató que el abono obtenido es de tipo húmico. No se adicionaron agregados de ninguna especie. Se realizó en todos los casos, una molienda final para homogeneizar. Indudablemente que el período de fermentación puede considerarse relativamente largo, pero consideramos muy firmemente que si se efectuara una molienda inicial, este lapso se acortaría grandemente. Por razones ajenas a nuestra voluntad, esto no fue posible realizar, pero está en nuestros planes futuros, como trabajo muy inmediato.

Para terminar esta exposición, no podrían dejar de considerarse dos aspectos conexos a la misma, y que son factores, en cierto grado, determinantes de su bondad.

Dichos factores son:

1) Aspecto económico.
2) Aspecto sanitario.

El aspecto económico, desde el punto de vista como explotación industrial, figura en una síntesis de anteproyecto que se adjunta, donde puede apreciarse la inversión necesaria y las utilidades alcanzables.

El aspecto sanitario, queda circunscripto al problema de las mismas, porque, si bien no hemos hecho determinaciones bacterianas, la literatura mundial nos dice que dadas las altas temperaturas reinantes en el seno de la pila, los gérmenes patógenos no pueden sobrevivir.

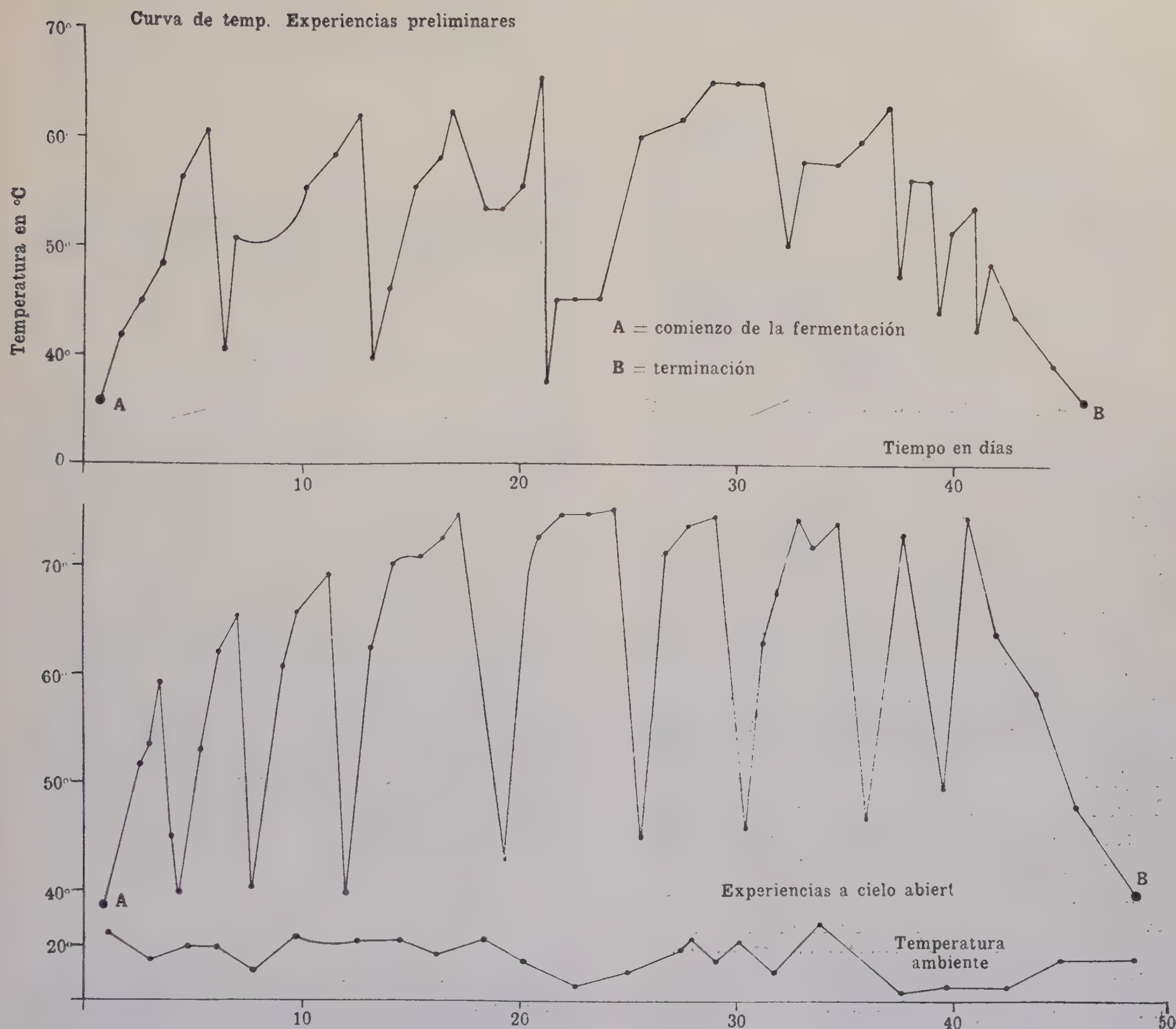
*Control de moscas*: El estudio comprende el control de adultos y fundamentalmente el control de larvas. Para los primeros efectuamos el ataque químico con diferentes productos lográndose relativa eficacia; mayor con aquellos que poseen alto poder residual, aun cuando se sabe que existen especies resistentes a varios de ellos, como al D.D.T., etcétera.

En el control de larvas hemos dedicado nuestra mayor atención, primeramente en el trabajo de laboratorio y luego en lo que consideramos trabajo de campaña.

Las larvas de moscas, desarrolladas en las parvas a transformarse, alcanzan una máxima intensidad durante los primeros días de transformación. La evolución larval y de pupas, es extraordinaria en su cantidad. Posteriormente esta proliferación disminuye y luego de un lapso de 10 a 15 días desaparecen casi totalmente. Posteriormente las moscas no son atraídas por la pila de residuos.

Dos métodos hemos ensayado contra las larvas y pupas con significativo éxito. Uno químico y otro mecánico, este último es el más aconsejable cuando se trabaja sobre piso de cemento.

En el piso construído y alrededor de los espacios donde se acondicionan las parvas, se construyen canaletas de $15 \times 7$ cm. Éstas no causan ningún trastorno en la operación de remoción y se llenan de agua, o agua con kerosene u otro líquido insecticida.




| | | |
|---|---|---|
| Peso total residuos | = | 100 % |
| „ papel y trapos | = | ~ 16 % |
| „ vidrios | = | ~ 1,5 % |
| „ latas y varios | = | ~ 3 % |
| „ huesos | = | ~ 2 % |
| „ residuo a transformar | = | 80 % |

| | | |
|---|---|---|
| Materia orgánica final | = | 35 % |
| Humedad inicial | = | 54 % |
| „ final | = | 10 % |
| % abono obtenido sobre total residuos | = | 20-25 % |

*Análisis químico general del abono obtenido*

| | |
|---|---|
| $OK_2$ | 0,64 gr% s/seco |
| $P_2O_5$ | 4,63 |
| OCa | 5,13 |
| $ONa_2$ | 0,92 |
| $CO_3$ | 6,10 |
| N | 2,11 |
| Cenizas | 62,5 |
| PH | 7,8 |
| Solubles en alcohol-eter | < 2 % |

Octubre 1959

Las larvas que se desarrollan en el exterior de la pila, son de extraordinaria movilidad, caen al piso y por su movimiento, caen o son barridas a las cubetas donde mueren. Las remanentes, son colocadas durante la remoción de la basura, en el centro de la pila (el exterior pasa a formar la parte central) donde por la elevada temperatura que la misma adquiere, mueren en su totalidad.

Esta operación de removido, produce la muerte de huevos, larvas y pupas, lográndose por la combinación de los dos elementos mencionados el control total de las larvas de moscas. De esta manera se va gradualmente eliminando la descendencia de las mismas. Otros insectos no fueron observados.

CONCLUSIONES

La basura puede ser transformada por fermentación espontánea y en condiciones adecuadas, en materia húmica, abono y fertilizante con relativa facilidad y de alto valor económico.

Para ello no se requieren equipos costosos ni instalaciones gravosas, salvo aquellas que por razones de estética o higiene considéranse indispensables. No proliferan en la misma, ninguna clase de moscas u otros insectos y cuyo control resulta fácil y económico.

Desde el punto de vista sanitario, habremos contribuído a la solución de un problema que demanda ingentes gastos con la secuela que el mismo lleva aparejado.

Estéticamente el basural dejará de presentar un lamentable espectáculo para la comunidad y un punto vulnerable para las autoridades sanitarias y municipales.

*Anteproyecto económico*: Costo sumario aprox. de una instalación para transformar 45 tn/día de residuos.

Piso de ladrillo y cubetas laterales impermeabilizadas.

Superficie total requerida: 10.000 m$^2$.

Costo edificio de oficina, vestuarios, tinglados, piso cemento y ladrillo, instalaciones varias, etc.: 1.200.000 m$n.

Equipos necesarios, molino a martillo 5 tn/h, cinta transportadora, etc.: 230.000 m$n.

Equipos de trabajo: horquillas, rastrillos, botas, etcétera: 40.000 m$n.

Gastos jornales, 28 hombres, capataz, laboratorista, etc.: 6.500 m$n/día.

Venta productos separados y con valor comercial, papeles, trapos, vidrios, etc.: 8.000 m$n/día.

Abono producido, 20 % del total de residuos: 9.000 kg/día.

Considerando un precio de venta del abono de 1.000 m$n: 9.000 m$n/día.

Beneficio anual estimado: 2.000.000 m$n.

## La conservación del suelo en los montes frutales. Estudio comparativo de distintos sistemas de plantación

(*Trabajo*)

Raúl H. Russo Gerardo

En este trabajo se discute inicialmente el problema de la erosión hídrica acelerada, de los suelos en áreas destinadas a cultivos frutícolas.

Luego se analizan los métodos convencionales de cultivo y los problemas de erosión que frecuentemente presentan.

Se estudian, con posterioridad, distintas formas de plantación en contorno, como soluciones tendientes a contralorear el proceso erosivo.

Finalmente, se sugiere como método conveniente para el contralor de la erosión, el sistematizado por ''corrugación'', realizándose un estudio de la técnica constructiva del citado método, mediante el empleo del arado, por considerarlo el elemento de mayor disponibilidad.

## Problemas científicos, prácticos y de organización relacionados con la protección, conservación y recuperación de los suelos en el país

(*Trabajo*)

Nicolás Yourchenko

¡Sin suelos FÉRTILES no hay vida posible!

La fertilidad del suelo aumenta proporcionalmente con el desarrollo progresivo de la vegetación y, por el contrario, la destrucción de los bosques, como la utilización incorrecta de las praderas y pastizales y algunas otras actividades irracionales del hombre, provocan el *empobrecimiento gradual*

*de la fertilidad,* como asimismo, la paulatina *sequedad del ambiente, disminución de la circulación del agua* y del *nivel de las aguas subterráneas* y *superficiales, formación de zanjones, arenas movedizas,* etc.

En el momento actual, la destrucción del suelo cultivable plantea el más grave problema de carácter *mundial.*

Uno de los mayores daños que sufre la agricultura, la ganadería, la piscicultura, transporte (fluvial y terrestre), etc., se debe a la *erosión de los suelos.* Bajo este término comprendemos los procesos de destrucción, debidos a la acción del *agua* y de los *vientos.*

En las últimas décadas, varios países estudiaron íntegramente la naturaleza de todos los procesos y fenómenos perjudiciales, las causas y condiciones de su formación, sus variedades, como así también los métodos de reparación y prevención de sus efectos y su posible recuperación y tal vez mejoramiento del estado anterior. Después de varios años de trabajo fueron encontrados métodos y técnicas de mejoramiento forestal que resuelven, en forma satisfactoria, varios de estos problemas.

Los experimentos comprueban que la erosión destructiva, se manifiesta en terrenos que carecen de protección vegetal suficiente y, por este motivo, quedan expuestos a la acción de agentes que les hacen perder su estructura, tales como: las gotas de lluvia al golpear fuertemente sobre el terreno, el agua de ellas y de los deshielos, el viento, etc.; las tierras con estructura pobre o pulverulenta son las más propensas a sufrir procesos de erosión. Por lo tanto en la lucha contra la erosión es importantísimo la adopción de medidas que tiendan a mejorar o conservar la estructura del suelo, tales como: *a*) las siembras sobre rastrojos altos; *b*) métodos de labranza utilizando arados sin vertedera; *c*) combinación de siembras sobre rastrojos con siembras efectuadas en los surcos; *d*) realización de trabajos de labranza y siembra de cultivos en líneas paralelas a las curvas de nivel, y nunca siguiendo la dirección de la pendiente; *e*) realización de las siembras —primaverales y otoñales—, dentro de los surcos; *f*) siembras en franjas angostas de 15 a 30 metros de ancho, alternando las siembras de cereales con maíz, algodón e hierbas perennes; *g*) selección de especies que más se adapten a las condiciones locales de cada zona (suelos con fertilidad reducida y composición mecánica ligera, etc.; *h*) aplicación de abonos orgánicos o minerales; *i*) rotación de los cultivos y, la realización de los mismos, deben tender a ser de protección; *j*) selección de especies indígenas a utilizarse con fines de mejoramiento de los suelos; *k*) clausuras — se utilizan en la lucha contra las tormentas de tierra y también en las zonas con declive inservible para agricultura, etc.

Los resultados más eficaces para la conservación del suelo y su recuperación, en las regiones húmedas y semiáridas, se logran por medio de la vegetación ARBÓREA NATURAL y con PLANTACIONES FORESTALES PROTECTORAS ARTIFICIALES.

Las acciones benéficas de las prácticas de conservación, mejoramiento y recuperación de suelos con métodos AGROFORESTALES, son las siguientes:

A. MÉTODOS DE AGROTECNIA.

1. *Reducción de la velocidad de las aguas pluviales* a velocidad no erosiva (para detener y prevenir la erosión: *a*) con labranza en curvas de nivel; *b*) siembra en curvas de nivel; *c*) rotaciones de cultivos; *d*) siembras sobre los rastrojos; *e*) cultivos en fajas horizontales; *f*) cultivos en fajas transversales continuas; *g*) cultivos en fajas de contención (de pastos leguminosos u otros) colocados entre las franjas de cultivos que corresponden a las rotaciones regulares; *h*) fajas de cultivos de especies de troncos altos; *i*) fajas de rastrojos; *j*) fajas de tierras no labradas; *k*) siembras en los surcos; *l*) cultivos protectores; *m*) por medio de terrazas, etc.
2. *Evitar la erosión* durante el período vegetativo de los cultivos en hileras muy separadas por medio de cultivos de protección, etc.
3. Evitar la *disminución notable de la humedad del aire* en su capa baja (la que provoca una más intensiva transpiración de las plantas, reduciendo así su crecimiento) por medio de rotación y manejo racional del pastoreo, etc.
4. *Reducción de la evaporación* de la capa superficial del suelo por medio de la sombra que da la vegetación densa (en los campos de las prácticas de rotación y manejo racional del pastoreo).
5. *Uso racional del agua del suelo*: *a*) por medio de una correcta época de siembra; *b*) con la rapidez de siembra; *c*) por aceleración del proceso de germinación (mejorando anteriormente las semillas); *d*) por reducción de las plantas cultivadas por hectárea.
6. *Mayor absorción y retención del agua* pluvial

en el suelo: *a*) con labranza paralela a las curvas del nivel; *b*) con labranza con forma de surcos; *c*) con labranza subsuperficial; *d*) con empleo de arados de desfonde; *e*) por medio de terrazas de absorción; *f*) por medio de barbecho.

7. *Conservación de las aguas pluviales*: *a*) por medio de terrazas; *b*) por medio de coberturas de residuos o rastrojos; *c*) por medio de labranzas oportunas, las que destruyen las malezas (disminuyendo con esto la evaporación y consumo de las aguas).

8. *Utilización del exceso de las aguas pluviales*, por medio de canales naturales.

9. *Aprovechamiento del agua de manera más racional*, en los terrenos ondulados: *a*) por medio de colectores en forma de surcos (con o sin desagüe); *b*) por medio de colectores en forma de caballones (con o sin desagüe).

10. *Permitir la práctica de desagües por zanjas naturales* y cárcavas, acondicionadas por medio de algunas modificaciones de la pendiente (rellenándolos con la tierra y suavizando sus taludes) y protegidas con el césped denso.

11. *Desviación del exceso de las aguas pluviales* a velocidad no erosiva por medio de: *a*) desagües por los canales naturales —anchos y de poca profundidad— desnudos; *b*) desagües por los canales naturales —anchos y de poca profundidad— cruzados por cultivos herbáceos en fajas perpendiculares a la caída del agua; *c*) desagües naturales o artificiales, de poca profundidad, cubiertos con vegetación herbácea.

12. *Evitar la formación de cárcavas* en los bordes de canales naturales, anchos y de poca profundidad, con una vegetación herbácea densa.

13. Protección económica de los desagües contra la fuerza erosiva de las corrientes lentas, por medio de vegetación herbácea.

14. Protección de los cultivos contra la acción perjudicial de las temperaturas altas, por medio de siembras sobre rastrojos.

15. Evitar el recalentamiento del suelo y proteger a las plantas tiernas en su período inicial de desarrollo, por medio de la sombra que da la vegetación densa de los campos con empleo de rotación y manejo racional del pastoreo.

16. Proteger las semillas contra la acción perjudicial de los vientos por medio de las siembras en los surcos.

17. Protección contra la acción perjudicial de los vientos secos y calientes, por medio de siembras sobre rastrojos.

18. Permitir a las semillas soportar mejor los pequeños períodos de sequías primaverales: *a*) practicando las siembras en los surcos; *b*) sembrando sobre los rastrojos; *c*) combinando las siembras en los surcos con las de sobre rastrojos.

19. Crear para las semillas las condiciones más favorables de humedad por medio de las siembras en los surcos (donde las semillas se colocan a mayor profundidad).

20. Retener las semillas sembradas, por medio de terrazas.

21. Destrucción de malezas, con labranza superficial de desfonde.

22. Conservación del mantillo vegetal, usando el arado sin vertedera.

23. Facilitar la regulación de la profundidad de arada, usando el arado sin vertedera.

24. Disminución del costo de la labranza, con arada de desfonde (la que exige menos fuerza de tracción).

25. Aumentar las cosechas: *a*) con cultivos en fajas de contención; *b*) con fajas de rastrojos altos.

26. Mantener el nivel cuantitativo de los rendimientos: *a*) por medio de cultivos de rotación.

27. Aprovechar el suelo más racionalmente y favorecer las condiciones físicas del suelo: *a*) por medio de aradas de desfonde, sin invertir el pan de tierra (con el empleo del arado sin vertedera, la tierra no se pulveriza); *b*) por medio de rotación de cultivos; *c*) por medio de barbecho.

28. Aumentar la materia orgánica del suelo, por medio de cultivos protectores.

29. Crear condiciones en que el cultivo sea factible con esta topografía, por medio de cultivos en fajas transversales.

30. Retener los abonos aplicados, por medio de terrazas.

31. Posibilitar el empleo de los cultivos como abonos (abonos verdes).

32. Recuperación natural de la vegetación, por medio de clausuras.

33. Favorecer la recuperación de los manchones desnudos en los pastizales, por medio de rotación y manejo racional del pastoreo.

34. Luchar contra la erosión de los pastizales —evitar su destrucción— tenerlos en tales condiciones que rindan altas cosechas durante todos los años, manteniendo el pasto uniforme en toda la

superficie del campo por medio de rotación y manejo racional del pastoreo.

B. Métodos forestales en zonas húmedas y semisecas.

La acción benéfica de las cortinas forestales de protección de zonas húmedas y semisecas se refleja:

1. Disminuyendo la velocidad del viento — lo que trae aparejado un mayor crecimiento de los cultivos agrícolas, en vegetación de los campos de pastoreo, etc.

2. Defendiendo los cultivos frutales contra las corrientes del aire frío.

3. Las cortinas protectoras establecidas correctamente evitan la formación de turbulencias del aire sobre las áreas ubicadas entre las cortinas (las turbulencias pueden provocar desplazamientos de las capas de aire, haciendo que las bajas, templadas, desplacen a las más altas y frías, perjudicando con esto a la vegetación).

3. Influyendo sobre la temperatura del aire: *a*) disminuyendo los cambios de temperatura; *b*) aumentando la temperatura en la primera mitad del día, generalmente en la capa más baja; *c*) disminuyendo la temperatura del aire en la noche; *d*) disminuyendo la probabilidad de heladas, provocadas por el movimiento de las masas de aire frío; *e*) aumentando la circulación de la humedad y humedecimiento general de la atmósfera, hasta en zonas semisecas, si las cortinas cubren superficies muy grandes.

4. Influyendo sobre la humedad del aire con aumento de humedad absoluta y relativa.

5. Influyendo sobre la evaporación del agua del suelo, durante todo el día, aumentando proporcionalmente su reserva.

6. Disminuyendo considerablemente la transpiración de las plantas —consumo improductivo— permitiendo con esto un aprovechamiento más útil del agua del suelo.

7. Aumentando la cantidad de precipitaciones — debido a la mayor circulación hídrica dentro del continente.

8. Aumentando, en cierto grado, la reserva hídrica, debido a la condensación de la humedad del aire por los árboles — en forma de escarcha, cencellada y lluvia helada.

9. Influyendo en la formación de las capas de nieve con retención y distribución más apropiada.

10. Disminuyendo el enfriamiento y congelación de los suelos.

11. Prolongando el período sin heladas.

12. Mejorando los procesos de formación del suelo, con el aumento del humus, mejoramiento de la estructura, etc., que aumentan la fertilidad.

13. Evitando la insuflación de las capas superficiales del suelo más fértiles.

14. Evitando la formación de tormentas de tierra y disminución de su acción perjudicial, en combinación con obras hidráulicas especiales, o deteniéndolas.

15. Aumentando las cosechas de los cultivos agrícolas, praderas, etc.

16. Mejorando el estado hídrico de los ríos, lagos, represas y aguas subterráneas, etc.

17. Fijando las arenas movedizas.

18. Prestando refugio a los pájaros útiles, los que exterminan a insectos dañinos y roedores.

19. Mejorando la polinización entomófila, evitando la pérdida del polen por el viento y que los estigmas se sequen, etc.

C. Métodos forestales en las zonas áridas.

En las zonas áridas donde practican riego, las cortinas forestales:

1. Influyen en forma favorable con el microclima.

2. Disminuyen la evaporación improductiva de las plantas con que se ahorra el consumo de agua para riego.

3. Previenen la segunda salinización de los suelos provocada por el ascenso de las aguas subterráneas (los árboles bajan el nivel de las aguas subterráneas y al disminuirse la transpiración se reduce también el ascenso capilar del agua).

4. Sirven como fuente de madera en las zonas no boscosas, etc.

Entre los problemas mencionados, el más grande y difícil de resolver, es el de la recuperación de la fertilidad de los suelos erosionados.

El estado de los suelos en el país nos demuestra la necesidad urgente de convocar a una reunión de instituciones y organizaciones, relacionadas directa o indirectamente con los problemas de erosión, protección, conservación y mejoramiento de los suelos (INTA, Administración Nacional de Bosques, Instituto de Suelos de Santa Fe, Agua y Energía Eléctrica, Vialidad Nacional, Ferrocarriles Nacionales, Facultades de Agronomía y Forestal, Insti-

tuto Miguel Lillo, Dirección de Minas y Geología, etc.) junto con los representantes de los Gobiernos Provinciales y Asociaciones Agropecuarias, para estudiarlos íntegramente y ELABORAR UN PLAN para la solución de todos estos problemas, mediante la aplicación de:

1. Medidas de organización.
2. Correcta dirección de los trabajos de investigación y experimentación.
3. Propaganda adecuada de las técnicas modernas.
4. Trabajos prácticos, etc.

Todo esto se hará tomando en cuenta las experiencias del exterior y de nuestro país, las que podrán asegurar el mejor éxito en la lucha contra la erosión y servir al progreso económico y prosperidad del país.

En este trabajo se ofrecen proposiciones y recomendaciones referentes a los problemas siguientes:

I. *Mejoramiento agrotécnico.*
II. *Mejoramiento forestal de los campos.*
III. *Mejoramiento forestal en montañas.*
IV. *Propuestas para solucionar los problemas de organización.*
V. *Problemas científicos.*

Éstas servirían de BASE para la determinación de las medidas que hagan posible el logro de los fines perseguidos.

## Influencia de la fertilización completa N-P-K en la producción citrícola

*(Trabajo)*

José Domato y Milivoj Ratkovic

Resumen.

En el trabajo presentado sobre la influencia de la fertilización completa con N-P-K en la producción citrícola, se estudia el problema de los rendimientos irregulares con descenso de producción y reducción del tamaño de la fruta en la localidad de Tafí Viejo.

Los autores analizan diversos aspectos del problema en carácter de generalidades, fruto de observaciones en la zona y entran luego en la descripción de los aspectos preliminares del ensayo analizando en etapas sucesivas las características del suelo de orden físico, fisicoquímico y químico, procediendo luego a su interpretación. Presentan, a continuación, una gráfica esquemática de perfiles típicos, procediendo en una segunda etapa al estudio morfológico del sistema radicular.

Practican los autores el planteo del ensayo con cuatro variantes en las que proceden a la incorporación de superfosfato simple, superfosfato más sulfato de amonio e incorporación de N-P-K, con especificación de por ciento de nutrientes de los elementos fertilizantes, dosis y número de aplicaciones. En la variante número cuatro utilizan abono verde. Para la ubicación del fertilizante, tuvieron en cuenta la conformación previa del sistema radicular, lo que ilustran con dos gráficos en los que se demuestran la zona de aplicación y las áreas influídas de máxima absorción.

Dos cuadros señalan la ubicación de las plantas ensayadas y sus testigos terminando con las apreciaciones cuanti y cualitativas de la producción que esquematizan en un cuadro donde se sintetizan los resultados de las cuatro variantes.

En capítulo aparte, los autores concretan un análisis interpretativo de las conclusiones logradas.

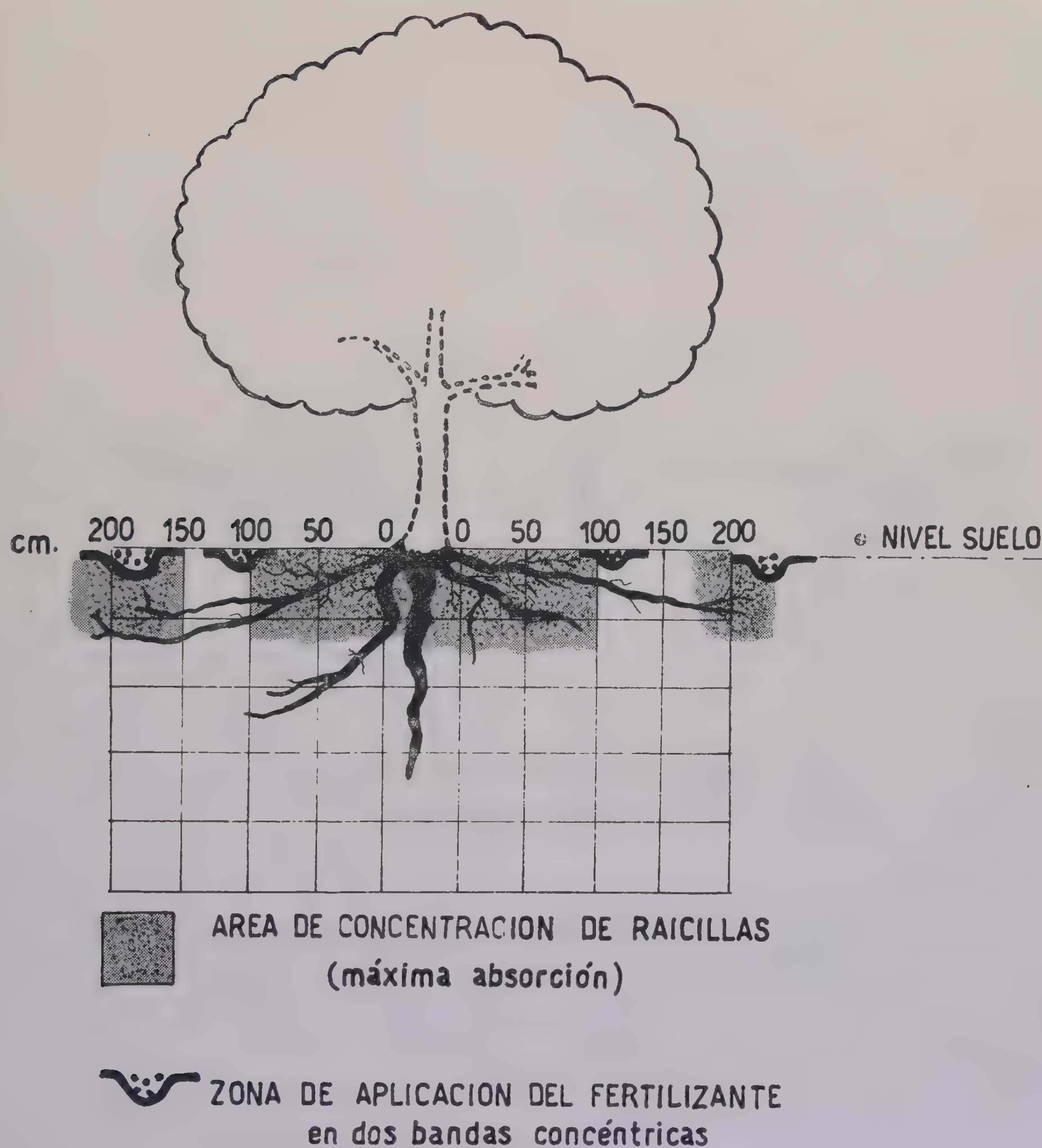
Dados los resultados apreciados, podrá concluirse que aunque el caso estudiado configura una clara situación carencial de fósforo, la mejor recuperación lograda para el caso del fertilizante completo de alto análisis 10-20-20, pone de manifiesto que por posibles reacciones sinérgicas la fertilización completa da mejores soluciones económicas al problema de este tipo de mermas de rendimientos.

Constituyen observaciones sujetas a una más amplia observación y ensayos, las que se dan a continuación como hipótesis surgidas de apreciaciones primarias:

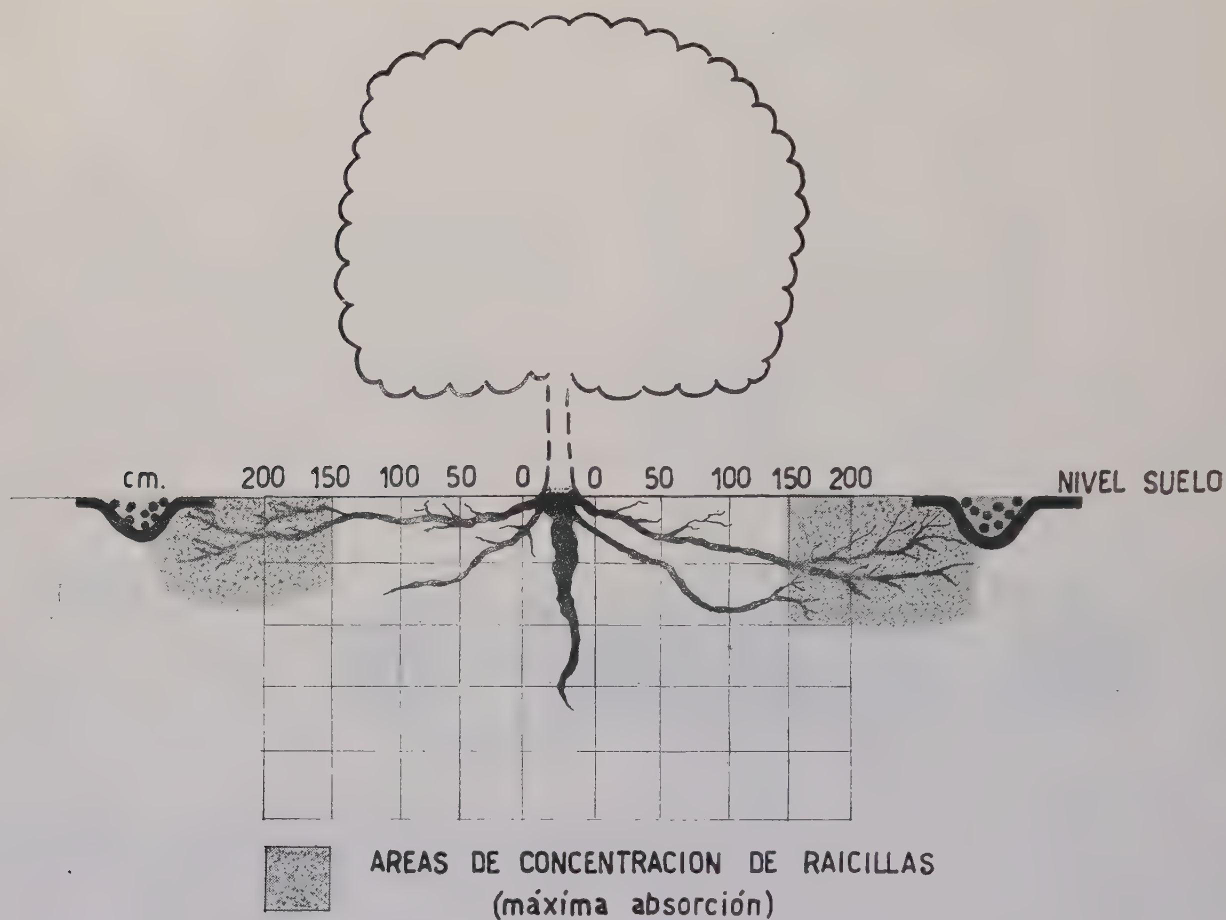
1) La reacción más espectacular lograda en principio con el superfosfato solo, que indujo una floración extratemprana y numerosa y que determinó un estado de desequilibrio, podría ser moderada con el manejo de dosificaciones, a base de cantidades menores de este fertilizante.

2) Tomando en cuenta que la apreciable reacción cuantitativa lograda con AMMO-PHOS-KO, podría completarse con la reacción cualitativa de la corrección orgánica a base del abono verde —caupí—, surge como de interés una prueba en la que luego del mejoramiento de este último tipo (orgánico) se proceda en la parcela de ensayo a la fertilización completa (N-P-K) como forma de aprovechar las dos posibilidades del ensayo.

1. SISTEMA RADICULAR DEFORMADO



2. SISTEMA RADICULAR DE CONFORMACIÓN NORMAL




ZONA DE APLICACION DEL FERTILIZANTE
En una banda desde la proyección de la copa hasta la trocha

**La erosión del suelo de origen palustre por las corrientes fluviales y aguas de escurrimiento en la región de Rivadavia, Chaco Salteño, provincia de Salta**

*(Trabajo)*

José R. Guiñazú

El autor no envió resumen.

**Ensayos de profundidad y velocidad de labranza**

*(Comunicación)*

Casiano V. Quevedo y José A. Riccitelli

Partiendo del principio que el arado común de reja y vertedera es el apero clásico de nuestra agricultura de carácter extensivo y que en su empleo debe considerarse un conjunto de factores tales como: época, oportunidad, número de labores, velocidad de trabajo, profundidad de labor, etc., todos ellos vinculados a las condiciones de productividad del suelo y algunos, como los dos últimos mencionados, de incidencia significativa tanto en la economía del productor como también de la Nación, se ha pensado que, si en los equipos de labranza —tractor y arado— se varían en forma inversamente proporcional dos de los factores que condicionen su capacidad diaria de trabajo, ancho de labor y velocidad de marcha, aumentando esta última a fin de mantener constante aquélla, se logrará la ejecución de las labranzas con un costo operativo hora más reducido.

Con relación a la profundidad de labor su reducción implicaría el empleo de una potencia menor para una superficie determinada, lo que a su vez redundaría en una intensificación de la motomecanización agrícola con el beneficioso resultado de una mayor producción.

La interacción de las dos modificaciones en ensayo: menor profundidad y mayor velocidad de labor se complementarían a los efectos enunciados.

Efectuado el planteo que antecede y revisada la bibliografía respectiva se implantaron en las Estaciones Experimentales de Balcarce, Manfredi, Rafaela y Colonia Yeruá los ensayos que anteceden, cuyo detalle se menciona más adelante a fin de determinar las variaciones que se operarían en los rendimientos de cereales finos y en las condiciones edáficas de productividad.

El detalle del trabajo que se realiza es el siguiente:

Estación Experimental Agropecuaria de Rafaela.

*Profundidad de labranza*: 20 parcelas de 10 metros por 50 metros. Arada de primera velocidad con dos rejas de 355 mm (14 pulgadas) a profundidad de 8, 15, 18 y 22 centímetros, es decir, cuatro variantes. Sorteo de las parcelas al azar, con cinco repeticiones.

*Velocidad de labranza*: 20 parcelas de 20 por 50 metros aradas a una profundidad de 14 centímetros con cuatro variantes a saber: primera marcha: 1,07 m/s; segunda: 1,52 m/s; tercera: 1,98 m/s. y cuarta: 2,72 m/s. Sorteo al azar y cinco repeticiones.

Estación Experimental Agropecuaria de Balcarce.

*Profundidad de labranza*: En este caso se trata de 15 parcelas con tres variantes en la profundidad: 10, 16 y 20 centímetros respectivamente; el resto igual que el anterior.

*Velocidad de labranza*: Las variantes en este ensayo fueron tres: primera, segunda y tercera velocidad, el resto igual, es decir, cinco repeticiones y sorteo al azar.

Estación Experimental Agropecuaria de Manfredi.

*Profundidad de labranza*: 20 parcelas de 20 por 50 metros aradas con arado de 4 rejas de 304 mm (12 pulgadas) en 1ra. velocidad. Variantes: 10, 15, 20 y 25 centímetros, sorteo al azar y cinco repeticiones.

*Velocidad de labranza*: Parcelas iguales a las anteriores, aradas con arado de 3 rejas de 355 mm (14 pulgadas) con las siguientes velocidades: 1ra. 1,04 m/s; 2da. 1,42 m/s; 3ra. 2 m/s y 4ta. 2,63 m/s; sorteo al azar y cinco repeticiones.

Estación Experimental Agropecuaria de Yeruá.

*Velocidad de labranza*: 15 parcelas de 15 por 50 metros con sorteo al azar y cinco repeticiones

y tres velocidades a saber: 1ra. 0,80 m/s; 2da. 0,92 m/s; 3ra. 1,56 m/s. La labranza se hizo a 8 centímetros de profundidad.

*Profundidad de labranza*: A pesar de haberse marcado el ensayo con parcelas de 15 por 50 metros, no pudo realizarse por inconvenientes de clima y fallas mecánicas.

En todas las pruebas señaladas, las labores posteriores fueron realizadas de idéntica manera.

Con relación a las determinaciones que se efectúan cabe mencionar las siguientes: al comenzar cada ensayo se toman muestras de suelo de la capa arable para efectuar el análisis fisicomecánico completo y se establece con el "perfilómetro" de labranza el aumento de volumen de la capa arable tanto en el ensayo de velocidad como en el de profundidad de labranza.

Sobre el ensayo de velocidad se establece además el grado de terronosidad por medio de tamices especiales.

Al levantarse la cosecha anual de cada parcela se extraen muestras de suelo superficiales y se repiten las determinaciones de orden físico y químico cuyos resultados pueden sufrir variaciones; además se determinan los rendimientos.

En la forma expuesta se piensa que en el año 1961 se contará ya con resultados que permitan inferir conclusiones.

La labor hasta aquí descripta sólo ha sido posible llevarla a cabo merced a la colaboración que prestaran las direcciones de los establecimientos mencionados y del Instituto de Suelos y Agrotecnia como así también de los ingenieros agrónomos: E. Barreira, J. E. Calcagno, Dr. R. A. Caravello, A. De Fina, H. Fisher, I. Galli, R. Montironi, el extinto V. Rigoni y otros.

## Relación entre las dimensiones del surco y el avance del frente húmedo en un suelo franco-limoso

*(Comunicación)*

Carlos J. Grassi y León Nijensohn

Interesa el conocimiento de la relación que liga el avance del frente húmedo en el riego por surco con la forma y dimensiones de la sección de escurrimiento a fin de determinar para cada tipo de suelo el espaciamiento entre surco y surco que asegure el integral humedecimiento del volumen de suelo que integra el horizonte radicular.

El ensayo se realizó en el campo de la Facultad de Ciencias Agrarias en Chacras de Coria, en surcos nivelados "a cero" de 20 metros de largo. La alimentación se realizó por intermedio de una canaleta de madera colocada en la cabecera con orificios de abertura regulable en correspondencia con cada uno de los surcos, lo que permitió mantener la carga constante durante todo el ensayo.

El corte y desagüe inmediato de diferentes tramos del surco permitió en cada caso introducir como variable el tiempo de riego (Tr), con intervalos de 2 horas.

En calicatas abiertas en correspondencia con cada uno de los tramos pertenecientes a diferentes tiempos de riego (2, 4 y 6 horas) se pudo dibujar y relevar el avance del frente de humedad con aceptable precisión, una vez concluído el movimiento apreciable del mismo, lo que ocurrió a las 72 horas.

La humedad inicial fue baja (8,4 % promedio de 12 determinaciones en dos perfiles), ya que se realizó sobre tierra seca a fin de observar con facilidad el avance del frente, y la capacidad de campaña a las 72 horas varió entre 15,4 y 28,5 % según horizontes. La densidad aparente difiere muy poco en los diferentes tratamientos, habiéndose registrado valores entre 1.370 y 1.420 kg/m.

| Tratamiento | Tirante "h"-m. m. | Perim. mojado "p"-*m.* | Tiempo de riego "Tr" *horas* | Prof. media humedecida "f"-*m.* | Long. lateral humed. "L"-*m.* | Relación L/f | Sección humedecida |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 0,03 | 0,50 | 2 | 0,31 | 1,20 | 3,8 | 0,399 |
| ,, | 0,03 | 0,48 | 4 | 0,36 | 1,30 | 3,6 | 0,501 |
| ,, | 0,03 | 0,49 | 6 | 0,38 | 1,30 | 3,4 | 0,530 |
| B | 0,08 | 0,51 | 2 | 0,34 | 1,20 | 3,5 | 0,431 |
| ,, | 0,08 | 0,46 | 4 | 0,37 | 1,30 | 3,5 | 0,508 |
| ,, | 0,08 | 0,44 | 6 | 0,41 | 1,34 | 3,2 | 0,588 |
| C | 0,20 | 0,81 | 2 | 0,30 | 1,55 | 5,1 | 0,492 |
| ,, | 0,20 | 0,74 | 4 | 0,32 | 1,95 | 6,0 | 0,642 |
| ,, | 0,20 | 0,76 | 6 | 0,38 | 2,40 | 6,3 | 0,951 |

La planilla que antecede muestra escasa diferencia en el comportamiento de los surcos en los tratamientos A y B y el aumento de la sección humedecida "S", función de Tr, se debe a un proporcionado avance del frente húmedo tanto lateralmente "L" como una profundidad "f", disminuyendo muy ligeramente con Tr la relación (L/f).

En cuanto al tratamiento C, atento a la mayor superficie de infiltración consecuencia de un mayor perímetro mojado, la sección "S" crece también significativamente. El valor de "f" no aumenta mucho, pero sí "L" incrementándose con Tr, la relación (L/f). Los ensayos mostraron también una gran variabilidad de comportamiento del frente húmedo, como consecuencia de diferencias locales de estructura.

## Experiencia con riego restringido en suelo franco de Chacras de Coria (Mendoza)

*(Comunicación)*

Carlos J. Grassi

Se planteó la realización de una experiencia tendiente a determinar el comportamiento con dotaciones mínimas de agua, de viña conducida en parral español. Ello se realizó en un campo de la Facultad de Ciencias Agrarias en Chacras de Coria, sobre variedad vinífera Balsemina.

Se individualizaron dos parcelas de 6 hileras cada una y que con el largo normal del parral existente totalizaron una superficie de 4.500 m² cada una, aplicándose dos tratamientos de riego diferentes durante el período de intensa evapotranspiración. Una se continuó regando por surco con dotaciones normales en el medio (tratamiento B) y la otra se regó por aspersión con suministraciones restringidas (tratamiento A).

De esta manera los riegos de invierno y primavera fueron exactamente iguales, diferenciándose a partir del 11/XI/58. La cantidad de agua agregada se controló en el tratamiento A con varios pluviómetros colocados simétricamente en diferentes posiciones dentro del radio de alcance de los regadores y en la B con un aforador Cipolletti. Los resultados fueron los siguientes:

| Riego (fecha) | Parcela A mm. | m3/ha. | Parcela B m3 | m3/ha. |
|---|---|---|---|---|
| 11/XI/58 | 10.8 | | 216 | |
| 26/XI/58 | 17.2 | | 216 | |
| 9/XII/58 | 18.7 | | 162 | |
| 12/I/59 | 15.3 | | 216 | |
| 26/I/59 | 13.2 | | 176 | |
| 9/II/59 | 12.4 | | 216 | |
| | 87.6 | 876 | 1.202 | 2.640 |

Desde la fecha de iniciación de los tratamientos diferenciales (11/XI/58) hasta el fin de la maduración el 16/III/59, el milimetraje total de lluvia fue de 244.5 mm, bien repartidos en relación con las necesidades de la vegetación. Dicha cantidad, más los 87 mm agregados por aspersión, no alcanzan, sin embargo, a completar en la parcela A los 460 mm perdidos por evapotranspiración calculados en base a registros de temperatura durante la experiencia, con la fórmula de Thornthwaite y de Blaney y Criddle.

La humedad edáfica tomada a 30, 60 y 90 cm significó un aporte importante al iniciar los tratamientos diferenciales (19,6 %) y en ningún caso hubo agotamiento de la humedad disponible.

Los rendimientos parcelarios fueron en un 18 % menores con riego restringido (parcela A), diferencias no significativas; en cambio la relación de producción-agua agregada, fue dos veces y media más alta en la parcela A que en la B.

Asimismo y habiéndose regado en plena floración el 3/XI/58, no se observó diferencia alguna en el corrimiento. Tampoco se notó diferente comportamiento frente al estado sanitario, ni en el proceso de maduración; no obstante pareció alcanzarse la madurez fisiológica con alguna anticipación en la parcela B regada por surcos.

## Eficiencia de diversos tipos de labranza en el control de la vegetación espontánea

*(Comunicación)*

Héctor F. Peters

### 1. Introducción.

La aparición de vegetación espontánea en determinados trabajos de roturación, es un factor digno de toda consideración y estudio, dado que el mismo puede si bien no anular totalmente, neutralizar en parte los efectos del barbecho estacional en la región semiárida y, contribuir, si se quiere, a la diseminación de plantas indeseables. Para determinar la eficiencia en tal sentido de diversos sistemas de labranza, se eligieron dos ensayos agrotécnicos de 16 parcelas de 2 ha cada una, realizados sobre rastrojos de trigo, variedad Klein Rendidor.

2. Tratamientos aplicados.

Se trabajó con cuatro instrumentos de labranza, a saber:

Arado común de reja con vertedera.

Arado común de reja sin vertedera.

Arado rastra (rastrón).

Rastrón poceador o excéntrico.

El rastrón poceador es un arado rastra en el cual se alternan discos normales con otros de diámetro 5 cm mayor y colocado en el eje con 5 cm de excentricidad ensamblados sucesivamente en 4 posiciones distintas (Covas y Knudsen, 1958, Circ. Ext. nº 2, Estación Experimental Agropecuaria de Anguil).

En la primera quincena de febrero de 1959 se roturaron para barbechar 8 parcelas en cada ensayo con los implementos citados, es decir, que se aplicó la mitad de los tratamientos, quedando la mitad de las parcelas como testigos para trabajar (y sembrar de inmediato) a fines de mayo y primera quincena de junio.

A mediados de abril se aplicó en los barbechos una segunda labor con el mismo implemento utilizado en la primera, y a fines de mayo fueron arados los testigos con los mismos instrumentos, sin barbecho. Finalizadas las aradas, se dió a los ensayos una pasada de rastra-disco simple semitrabada.

3. Método seguido para las determinaciones.

En la primera quincena de junio, inmediatamente antes de la siembra, se realizó un recuento de malezas y "guacho" (cereal espontáneo) sobrevivientes. Utilizóse para ello un marco de madera de 1 m de lado y se realizaron recuentos en 5 ubicaciones por parcela. Estas ubicaciones fueron determinadas de la siguiente forma: se caminaba 50 m, a partir de la cabecera del ensayo, siguiendo el cierre de amelga al centro de cada parcela y en forma alternada a cinco metros de dicho punto se colocaba el marco a izquierda o derecha según correspondiera.

Debe señalarse, como observación previa, que en el ensayo nº 2 en varias oportunidades, al principio, penetraron lanares, pastoreando el trigo espontáneo que vegetó con intensidad luego de la primera labor en los barbechos. Ello podría ser una causa de la menor vegetación espontánea en los barbechos; en el ensayo nº 1, donde no hubo ningún pastoreo, sucedió lo contrario.

4. Resultados.

De ochenta recuentos por ensayo realizados se obtuvieron los resultados que se consignan en los siguientes cuadros I y II, y las especies comprobadas así como también su altura media en centímetros, se detallan en el cuadro III.

CUADRO I

*Número promedio de malezas y cereal espontáneo*
*Promedio malezas y "guacho" en conjunto repeticiones*

Ensayo Nº 1

Unos 10 m al nordeste de General Pico (La Pampa)

| Parcela | Tratamiento | Promedio de plantas s/recuento por m² | Promedio de plantas en conjunto repeticiones por m² |
|---|---|---|---|
| 1 | Arado común de reja sin barbecho ...... | 0,0 | |
| 9 | Idem ............. | 0,0 | 0,0 |
| 2 | Arado común de reja con barbecho ....... | 0,0 | |
| 10 | Idem ............. | 0,0 | 0,0 |
| 3 | Arado de reja sin vertedera sin barbecho . | 0,0 | |
| 11 | Idem ............. | 0,0 | 0,0 |
| 4 | Arado común de reja sin verted. con barbecho ............ | 4,0 | |
| 12 | Idem ............. | 2,6 | 3,3 |
| 5 | Arado rastra sin barbecho ............ | 0,4 | |
| 13 | Idem ............. | 0,2 | 0,3 |
| 6 | Arado rastra con barbecho ............ | 2,8 | |
| 14 | Idem ............. | 3,2 | 1,5 |
| 7 | Poceador sin barbecho | 0,0 | |
| 15 | Idem ............. | 0,0 | 0,0 |
| 8 | Poceador con barbecho ............. | 2,0 | |
| 16 | Idem ............. | 3,4 | 1,0 |

DISCUSIÓN

Como puede observarse, a excepción del arado común de reja todos los demás tratamientos arrojan mayor cantidad de vegetación espontánea en los barbechos, no obstante haberse realizado en todos los casos dos labores en estas parcelas. Resultó menos eficaz en el control de vegetación espontánea el arado común de reja sin vertedera con 3,3 plantas por m². Entre los restantes implementos que realizan labores conservacionistas, se observa una pequeña ventaja a favor del rastrón poceador.

Prácticamente no prosperaron malezas ni "guacho" en los testigos (sólo una insignificancia P.5-0,4; P.13-0,2 promedio 0,3; posiblemente esto se debe a la abundancia o colchón de morenita seca que quedó en el rastrojo.

CUADRO II

*Número promedio de malezas y cereal espontáneo*
*Promedio malezas y "guacho" en conjunto repeticiones*

ENSAYO Nº 2

Unos 10 km al sur de General Pico (La Pampa)

| Parcela | Tratamiento | Promedio de plantas s/recuento por m² | Promedio de plantas en conjunto repetic. m² |
|---|---|---|---|
| 1 | Arado común de reja sin barbecho ...... | 1,2 | |
| 9 | Idem .............. | 1,2 | 1,2 |
| 2 | Arado común de reja con barbecho ...... | 0,2 | |
| 10 | Idem .............. | 1,0 | 0,6 |
| 3 | Arado común de reja sin vertedera sin barbecho ............ | 4,4 | |
| 11 | Idem .............. | 4,0 | 4,2 |
| 4 | Arado común de reja sin vertedera c/barbecho ............ | 5,8 | |
| 12 | Idem .............. | 2,4 | 4,1 |
| 5 | Arado rastra sin barbecho ............ | 5,0 | |
| 13 | Idem .............. | 3,4 | 4,2 |
| 6 | Arado rastra con barbecho ............ | 4,6 | |
| 14 | Idem .............. | 2,4 | 3,5 |
| 7 | Poceador sin barbecho | 2,4 | |
| 15 | Idem .............. | 1,4 | 1,9 |
| 8 | Poceador con barbecho ............... | 3,0 | |
| 16 | Idem .............. | 1,0 | 2,0 |

DISCUSIÓN

En este ensayo que se realiza sobre un rastrojo limpio, se nota en las distintas labores que, en todos los casos, al trabajar dos veces los barbechos ha quedado sobre ellos menos vegetación que en los testigos. En cuanto a la eficacia de los implementos en el control de la vegetación espontánea dentro de los que realizan labores conservacionistas, se observa que al igual que en el ensayo nº 1, existen ventajas a favor del rastrón poceador, resultando menos eficaz en este sentido la reja sin vertedera.

CUADRO III

*Altura media de las especies censadas*

| Especie registrada | Altura media en cm. |
|---|---|
| Trigo espontáneo | 15 |
| Centeno espontáneo | 15 |
| *Carduus natans* | 4 |
| *Avena fatua* | 10 |
| *Bowlesia tenera* | 5 |
| *Descuraina argentina* | 10 |
| *Gnaphalium sp.* | 7 |

La determinación botánica fué confirmada por los ingenieros agrónomos JORGE A. DEL ÁGUILA y JOSÉ A. PÉREZ.

CUADRO IV

*Clasificación de labranzas promedio de los 2 ensayos según su eficiencia en el control de la vegetación espontánea*

| Clasificación | Tratamiento | Promedio de plantas Número por m². |
|---|---|---|
| 1º | Reja con vertedera con barbecho ........ | 0,3 |
| 2º | Reja con vertedera sin barbecho ........ | 0,6 |
| 3º | Poceador sin barbecho ................ | 0,9 |
| 4º | Poceador con barbecho ................ | 1,5 |
| 5º | Arado rastra sin barbecho ............. | 2,2 |
| 6º | Arado común de reja sin vertedera, sin barbecho .......................... | 2,1 |
| 7º | Arado rastra con barbecho ............. | 2,5 |
| 8º | Arado común de reja sin vertedera, con barbecho .......................... | 3,7 |

CONCLUSIONES PRELIMINARES

Como puede observarse en este cuadro, a excepción del arado común de reja, los tratamientos con los demás implementos arrojan mayor cantidad de vegetación espontánea en los barbechos, comparados con su testigo. Ejemplo: Arado de reja sin vertedera + 1,6; rastrón poceador + 0,6; arado rastra + 0,3. Se hace notar que esto ha ocurrido, no obstante haber realizado en todos los casos dos laboreos en las parcelas barbechadas; puede haber tenido influencia en ello, la presentación de un invierno benigno y anormalmente húmedo.

## Las cortinas forestales y su importancia en zonas de riego de la Patagonia

*(Trabajo)*

IVÁN BANDURA

En el sur de la República, el factor más desfavorable son los grandes vientos que aumentan la evaporación, destruyen la superficie de los suelos, influyen sobre la salinización de los mismos, arran-

can la vegetación, etc. Por eso en estas zonas es necesario usar los métodos agrotécnicos que hagan más resistente la superficie de los suelos, tales como el riego, elección de los cultivos resistentes a la sequía, rotación de los cultivos con alfalfa y trébol, empleo de cortinas forestales, etc.

Por los estudios realizados con cortinas de árboles en muchos países, sabemos que ellas tienen una influencia preponderante ya que disminuyen la velocidad del viento, aumentan la humedad entre las cortinas, aumentan el rendimiento de las cosechas y cambian las condiciones microclimáticas.

El estudio de este tema es muy complicado, porque es necesario usar en las diferentes zonas climáticas distintas formaciones de cortinas que deben responder a las siguientes condiciones:

una vez plantados cambian lentamente el tipo del suelo, y mejoran su crecimiento, provocan un aumento del pH y la humedad en los mismos, porque comienza poco a poco un proceso de degradación de suelos. Los carbonatos descienden, el humus tiene más movimiento, las substancias nutritivas aumentan su disolución y en general las condiciones fisicoquímicas de los mismos se transforman (fig. nº 1).

Dichos cambios de suelos se realizan no solamente en las cortinas, sino también en lugares cercanos a las mismas.

El bosque y las cortinas acumulan la humedad sobre la superficie de los suelos, pero en cambio a cierta profundidad pierden humedad, obteniéndose la formación del "horizonte muerto" (por el

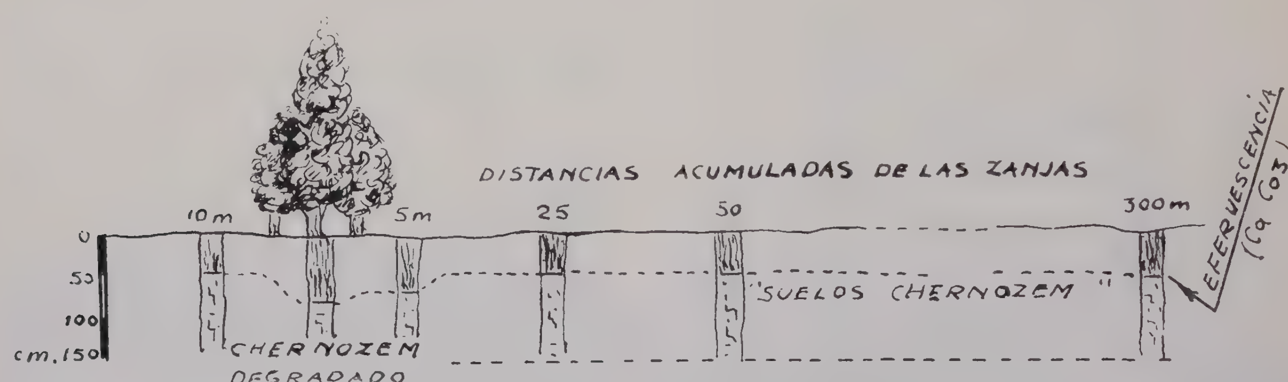



Fig. 1. — Influencia de las cortinas de árboles sobre modificación de los suelos

*a*) Las cortinas tienen que ser impenetrables para el viento;

*b*) Tener altura suficiente;

*c*) Las clases de árboles y arbustos deben corresponder a los diferentes tipos de suelos;

*d*) Disponer correctamente de la formación de las cortinas para su buen crecimiento;

*e*) Disponer las cortinas a conveniente distancia y en las direcciones del viento.

En la República Argentina la cuestión de cortinas no es desconocida pero en la práctica no se empleó mucho, usándose generalmente álamos en los canales de riego y en algunas zonas propensas a la erosión para fijar la arena. Como se puede ver, este problema todavía no está totalmente estudiado y necesita más experimentaciones en las diferentes zonas del país.

Según los estudios, de diferentes autores y míos, en las estepas de Ucrania en las zonas algo semejantes a las de la República Argentina, los árboles profesor G. Visozkyi). La distribución de la humedad de suelos confirma que hasta 150 metros desde las cortinas la humedad de los mismos es más pronunciada que en el terreno a 500 metros de distancia de la cortina más próxima (fig. nº 2).

Las cosechas del trigo son mayores en campo entre cortinas, disminuyendo lentamente hacia los campos abiertos. Si adoptamos para las cosechas en campo abierto el 100 %, acercándonos a las cortinas tenemos aumento paulatino y cerca de las cortinas 140-145 % (fig. nº 3).

Las distancias y direcciones de las cortinas están relacionadas con la altura de las mismas y fuerzas del viento. Estudiando en Ucrania el movimiento del viento dentro de las cortinas con anemómetros se estableció que las dichas con altura de 16 metros anulan la influencia del viento hasta 500 metros. Para la Argentina el ingeniero Juan Carnevale recomienda para abrigos de frutales las distancias de 100 a 150 m en el sentido contrario a la

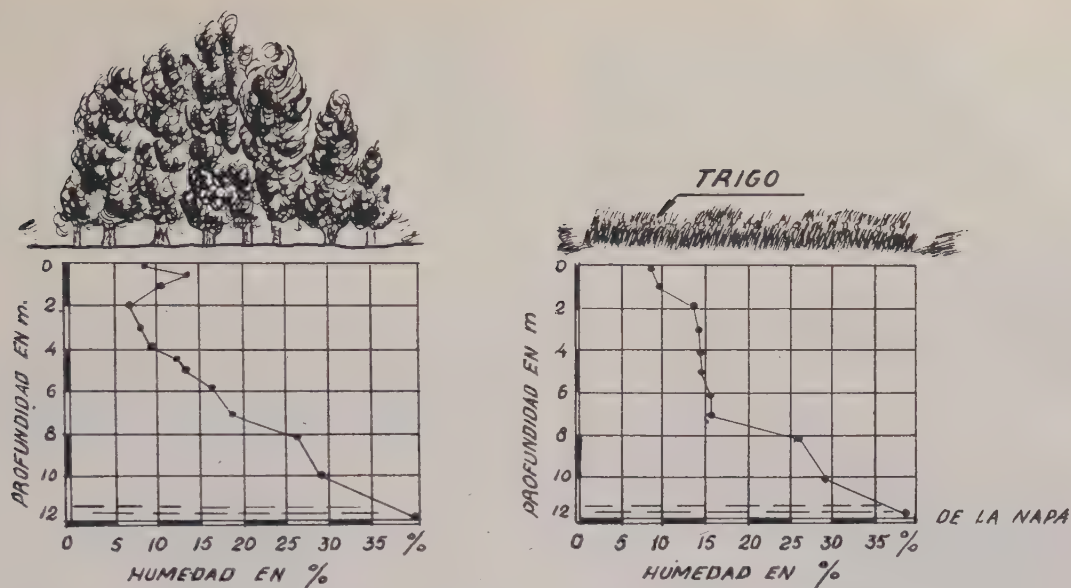


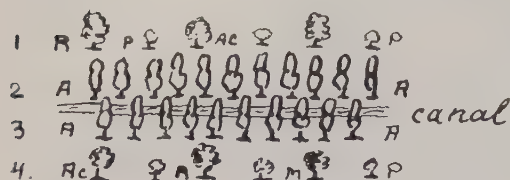

Fig. 2. — Distribución de la humedad de los suelos en el campo y en las cortinas de árboles.



Fig. 3. — Influencia de las cortinas de árboles sobre las cosechas (se estudió el por ciento de humedad hasta 0,5 m).

dirección de los fuertes vientos por unos 200 metros, de tal forma que se obtengan verdaderas cuadras dentro de los cuales vegetarán los frutales.

Para zonas con riego se puede recomendar los siguientes esquemas de las cortinas: *a*) Para altiplanicie, séxtuple sobre suelos grises y salobres;



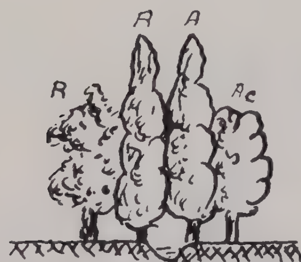




Fig. 4. Cortinas forestales cuadrúples, para zonas con riego. (A, álamo; R, roble; Ac, acacia; P, piquillín.)

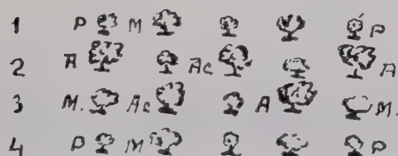





Fig. 5. Cortinas forestales cuádruples para zonas sin riego. (Ac, acacia; A, algarrobo; P, piquillín; M, molle.)

*b*) En los valles de ríos, triple y cuádruple con los árboles que se encuentran especialmente en estas zonas a saber: álamo, eucalipto, gleditsia, acacia, roble, algarrobo, chañar, piquillín, matorro, tamarisco.

En las zonas sin riego se recomienda: *a*) las cortinas séxtuple en los suelos castaños salobres y alcalinos; *b*) cuádruple sobre los mejores suelos sin salitrales (figs. 4 y 5).

Estos principales esquemas de formación de cortinas se pueden aplicar en la Patagonia, pero es necesario estudiar algunos puntos de las cortinas: distancias, selección de árboles, métodos de plan-







Fig. 4. Cortinas forestales para zonas con riego. (A, álamo; E, eucalipto; C, chañar; P, piquillín.)

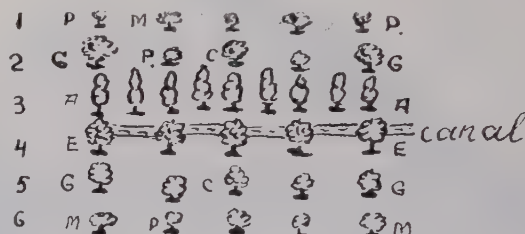






Fig. 5. Cortinas forestales séxtuples, para zonas con riego. (A, álamo; E, eucalipto; C, chañar; G, gleditsia; M, matorro; P, piquillín.)

tación, abonos para mejorar el crecimiento, etc. Una parte de estos requisitos es necesario analizar en las condiciones naturales y otra parte en las condiciones artificiales con toneles aerodinámicos, donde se puede apreciar el efecto de la fuerza del viento sobre diferentes modelos de cortinas y adelantar estos estudios por la experiencia obtenida.

## Las defensas contra la avulsión en los ríos de régimen torrencial

*(Trabajo)*

Primo López Barreto

El autor no envió resumen.

## Efecto de la aplicación de fertilizantes y riego sobre el rendimiento y calidad de la papa en monocultivos

*(Comunicación)*

José Manuel Pereyra

Los suelos de pradera de la pampa de Balcarce se consideran entre los mejores del país y tal vez del mundo.

Las condiciones climáticas, con temperatura estival moderada, noches frescas y húmedas, y precipitaciones suficientes en años normales, y la fertilidad de su suelo, hacen de esta región una de las más adecuadas para el cultivo de la papa, con más del 50 % de la producción total del país, siendo conocida con el nombre de ''zona papera del sudeste''.

Se considera que por su fertilidad el suelo es capaz de proporcionar los nutrientes que las plantas extraen de él, pero hasta el presente muy poco se había avanzado en su estudio analítico. Las determinaciones realizadas en la actualidad vienen a mostrar algunas deficiencias, por ejemplo: aunque el contenido de materia orgánica es elevado, del 5 al 7 %, al ser la relación C : N bastante más alta que la normal, aproximadamente 18 : 1, el contenido en nitrógeno es relativamente reducido, lo que explica la reacción del cultivo a este nutriente.

Algunos análisis con distintos métodos, indican que el llamado fósforo asimilable se encuentra en baja proporción, aunque dada la relación pH y materia orgánica, podría inducirse que se encuentra en su mayor parte en forma de fósforo orgánico. Sin embargo, el ensayo, como se verá en los cuadros 1 y 1*b*, ha demostrado que con la aplicación de fósforo se obtiene la máxima reacción del cultivo.

Empíricamente se ha establecido que los mejores rendimientos se obtienen siguiendo la rotación: campo bruto o campo descansado, papa, trigo, avena, en unos casos, y prolongando la permanencia del rastrojo de avena por dos o tres años, en otros, pues donde se ha intentado el cultivo continuado, el rendimiento ha decrecido. Esto posiblemente es debido a: 1) la disminución de la humedad del suelo causada por el intenso laboreo que el cultivo requiere, produciendo un excesivo desmenuzamiento, que al destruir la estructura del suelo contribuye a desecarlo y dificulta el almacenamiento del agua; 2) la intensa invasión de malezas que sigue al cultivo del primer año.

Económicamente, esta rotación significa que el valor de la producción en una misma área y en una misma ''unidad económica de explotación'' de extensión reducida —tal como se ha parcelado en la zona papera, tendencia que se acentúa actualmente tanto en el orden oficial como privado—, fluctúa grandemente de año en año, desde cifras altas cuando se cosecha papa, hasta las más bajas cuando se pastorea el rastrojo.

Socialmente crea un problema de agricultura migratoria, pues la mayoría del área cultivada con papa se desplaza de un lugar a otro cada año, impidiendo la estabilización del núcleo campesino en un lugar fijo.

De ahí la necesidad de determinar cuáles son los factores del suelo que inciden en la producción cuali y cuantitativa de papa, para luego manejarlos en la forma más conveniente.

Por otra parte, en cinco o seis años de cada diez se presentan durante el ciclo vegetativo de la papa, períodos de sequía relativa que generalmente se dan en el mes de enero, con cierta dispersión que abarcan los meses de diciembre o febrero, lo cual ocurre en el período crítico del desarrollo e influye considerablemente sobre el rendimiento.

Es sabido que los fertilizantes tienen influencia en el rendimiento, en la calidad, en la sanidad y en el ciclo vegetativo de un cultivo dado. Asimismo el riego influye netamente en la obtención de un buen rendimiento.

Ambos, fertilizantes y riego, son de aplicación costosa y hacen falta altos rendimientos para compensar los gastos y obtener ganancias.

Además, cuando el agua no es un factor limitante, los cultivos responden a una buena fertilización con una buena cosecha, y los fertilizantes y el agua de riego, recíprocamente, son mejor aprovechados cuando se los utiliza conjuntamente.

En todo caso, cuando el agua almacenada naturalmente en el suelo o complementada con riego es suficiente, la cantidad de agua consumida por kilo de materia seca elaborada es menor en suelos fértiles que en suelos pobres. Asimismo, uno o dos riegos oportunos en un período seco, hacen a veces una diferencia equivalente a más de la mitad de la cosecha.

Se espera también que este ensayo con fertilizantes y riego, pueda proporcionar información sobre algunos de los factores que deberán tenerse en cuenta para posibilitar rendimientos sostenidos en una agricultura de papa estabilizada en el espacio.

Con respecto a la posibilidad económica de la aplicación de las enmiendas y fertilizantes, dice R. W. PEARSON en su informe final "Resumen de observaciones y recomendaciones": "Hay que recalcar también que no deben influir en el planteo de las experiencias las consideraciones económicas actuales, tales como el probable costo y retribución por el empleo de diversos fertilizantes y mejoradores. La predicción de las posibilidades económicas de las prácticas propuestas no puede anticiparse, dado que se requiere una etapa de cinco o más años entre el planteo de la investigación a campo y la aplicación práctica de sus resultados."

PLANTEO DEL ENSAYO.

Integrando los trabajos a campo programados en el Curso de Fertilidad de Suelos dictado en Buenos Aires, en la primavera de 1958 por el experto de la F.A.O. Dr. PEARSON, en noviembre 11 y 12 de ese año se estableció en la Estación Experimental Agropecuaria de Balcarce un ensayo experimental con fertilizantes y riego en papa, colaborando especialmente, en el diseño del ensayo y en el análisis estadístico de los resultados el Dr. ROBERTO V. A. CARAVELLO.

Se proyectó un ensayo factorial de parcelas divididas con 4 repeticiones adoptando el tamaño de parcela de 17,50 × 6,30 m con 9 surcos de ancho y 50 cortes por surco. La variedad de papa empleada fue Huinkul. Se estableció para cada elemento nutritivo 2 niveles, 0 y 1. Además, se fijaron 2 niveles de riego, 0 y 1. Se proyectó aplicar riego cuando el contenido de humedad del suelo bajara del 60 % del total de agua disponible para las plantas, en los primeros 0,50 m de profundidad del suelo (estimada de la determinación de humedad equivalente, que fue de 26,6 %) y el coeficiente de marchitamiento (estimado del agua retenida por el suelo a 15 atmósferas de tensión, determinado por el método tonométrico, que fue de 11,7 %). Siendo la diferencia entre estas determinaciones de 14,9 % y el 60 % de esa cantidad 8,9 %, el contenido mínimo que debemos procurar mantener en el suelo, será de 11,7 % + 8,9 % = 20,6 %.

Mediante la toma periódica de muestras en las que se determina el porcentaje de humedad, es posible conocer la cantidad de agua en el suelo en un momento dado, y en consecuencia aplicar riego cuando dicha cantidad baje del contenido mínimo que se desea mantener.

Con las variantes proyectadas, el número de combinaciones fue de 16 por repetición. Para evitar el efecto limitante que pudiera causar una deficiencia de azufre y boro, se efectuó una aplicación general en cobertura de estos nutrientes. En las parcelas se aplicaron los fertilizantes en banda lateral a 8-10 cm de los cortes, simultáneamente con la plantación.

Se emplearon las siguientes dosis y fertilizantes:

100 kg/ha de N de Nitramoncal.
150 kg/ha de $P_2O_5$ en forma de superfosfato ordinario.
150 kg/ha de $K_2O$ en forma de sulfato de potasio.
100 kg/ha de yeso como portador de azufre.
20 kg/ha de bórax como portador del boro.

Las observaciones sobre el estado vegetativo de las plantas destacaron el mayor desarrollo en las parcelas tratadas con fósforo, siendo en el caso del tratamiento completo mejor aún el aspecto de las mismas.

El año agrícola que se caracterizó por frecuentes precipitaciones hasta fines de enero, período en el cual la papa cumplió 3/4 partes de su ciclo, no permitió prácticamente acumular información sobre la diferencia entre los dos niveles de humedad.

RESULTADOS EXPERIMENTALES.

La cosecha se realizó entre el 16 y 18 de marzo de 1959. Se descartaron los dos surcos de bordura en cada parcela, cosechándose los 7 surcos centrales y se descontaron también 0,50 m en cada cabecera, lo que dio un ancho de 4,90 m por un largo de 16,50 m, resultando un área cosechada de 80,85 m².

De acuerdo con la práctica usual en la zona, se clasificaron los tubérculos a mano, agrupando en la categoría de tamaño comercial los tubérculos sa-

## CUADRO 1

*Efecto de los fertilizantes y del riego en el rendimiento de papa* *

kg/ha

TRATAMIENTOS

| Block | | Testigo | N | P | K | NP | NK | PK | NPK |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | C.R. | 7.346 | 7.407 | 9.387 | 8.025 | 11.543 | 5.926 | 9.012 | 11.172 |
| | S.R. | 8.889 | 9.259 | 9.197 | 8.299 | 9.876 | 10.555 | 9.136 | 11.642 |
| 2 | C.R. | 5.432 | 8.025 | 7.099 | 6.852 | 6.235 | 7.777 | 8.765 | 8.580 |
| | S.R. | 4.197 | 6.297 | 6.543 | 4.444 | 7.901 | 6.975 | 9.321 | 7.777 |
| 3 | C.R. | 9.630 | 5.802 | 10.432 | 5.864 | 12.346 | 9.691 | 11.234 | 12.716 |
| | S.R. | 7.037 | 7.160 | 9.136 | 6.666 | 9.383 | 10.926 | 9.012 | 11.975 |
| 4 | C.R. | 6.913 | 3.951 | 7.284 | 6.667 | 8.276 | 8.148 | 7.037 | 9.444 |
| | S.R. | 5.370 | 7.531 | 8.518 | 5.555 | 6.913 | 5.185 | 8.395 | 9.136 |

C.R. = con riego. S.R. = sin riego.

* Tamaño comercial solamente: tubérculos de más de 60 gramos.

## CUADRO 1 *b*

*Análisis de la variancia de los valores del rendimiento*

| Fuente de variación | Grados de libertad | Cuadrado medio | F |
|---|---|---|---|
| Riego | 1 | 34,81 | 0,23 |
| Block | 3 | 1639,427 | 10,94 |
| Error | 3 | 149,895 | |
| Total parcelas | 7 | | |
| N | 1 | 854,101 | 8,38++ |
| P | 1 | 4569,760 | 44,85++ |
| K | 1 | 471,976 | 4,63+ |
| NP | 1 | 34,28 | 0,3 |
| NK | 1 | 332,150 | 3,26 |
| PK | 1 | 50,404 | 0,49 |
| NPK | 1 | 54,229 | 0,53 |
| RN | 1 | 78,322 | 0,77 |
| RP | 1 | 56,626 | 0,56 |
| RK | 1 | 3,422 | 0,03 |
| RNP | 1 | 343,176 | 3,37 |
| RNK | 1 | 3,611 | 0,04 |
| RPK | 1 | 27,307 | 0,27 |
| RNPK | 1 | 35,219 | 0,35 |
| Block de parcelas | 7 | 771,825 | 7,57 |
| Error | 42 | 101,893 | |
| Total subparcelas | 63 | | |

nos, enteros y de peso superior a 60 gr, siendo los de peso inferior clasificados como semilla y descarte. Con la variedad empleada en los años en que las condiciones climáticas son favorables, el rubro semilla y descarte es de alrededor de 1/8 a 1/10 del volumen apartado como tamaño comercial.

Los datos referentes a los resultados obtenidos se consignan en el cuadro 1 y el análisis de variancia de esos resultados en el cuadro 1 *b*.

### Conclusiones

Del cuadro 1 *b* surge claramente la marcada influencia beneficiosa de la incorporación de N, P y K, los dos primeros de los cuales resultaron altamente significativos y el último significativo como fuentes de variación del rendimiento.

## Efectos del encalado y de la aplicación de fertilizantes en un alfalfar implantado, sobre el rendimiento y calidad de la alfalfa

(*Comunicación*)

José Manuel Pereyra

No obstante su alto valor en la nutrición animal, la alfalfa es un cultivo que ocupa una reducida área en la región de la Estación Experimental Agropecuaria de Balcarce.

Tanto en el norte, en el área de la cuenca del Salado, como en el área que se extiende desde el río Quequén al sur, factores físicos del perfil (suelos bajos inundables o espesos mantos de tosca cerca de la superficie) son un obstáculo para su implantación.

Pero en la región de la pampa de Balcarce, donde el suelo de pradera alcanza su máximo desarrollo, tampoco se ha extendido el cultivo de la alfalfa.

Sostienen algunos autores que las dificultades encontradas para una máxima producción económica, como la que se obtiene de este cultivo en otras regiones del país, se deben simplemente a manejo inadecuado del cultivo, mientras afirman otros que el principal factor es la reacción del suelo y posiblemente la insuficiente disponibilidad de fósforo y potasio.

W. A. Albrecht, por su parte, dice que la acidez natural del suelo obstruye el desarrollo de la planta a causa de la deficiencia de nutrientes, más bien que por la presencia de hidrogeniones o acidez.

Al decir que la alfalfa no crece bien en suelos ácidos, solamente decimos que en los suelos acidificados por el lavado de los nutrientes han sido reemplazados por el hidrógeno disociado el que la planta no puede utilizar en esa forma.

En consecuencia, afirma que, al decir que la producción de alfalfa aumenta al agregar cal porque neutraliza la acidez del suelo, se incurre en error, pues es la aplicación del calcio como nutriente que la alfalfa consume en considerable cantidad, y no la neutralización de la acidez lo que beneficia el cultivo.

### Planteo del ensayo.

Integrando los trabajos a campo programados en el Curso de Fertilidad de Suelos dictado en Buenos Aires, en la primavera de 1958 por el experto de la F.A.O. Dr. Pearson, en noviembre 11 y 12 de ese año se estableció en la Estación Experimental Agropecuaria de Balcarce un ensayo experimental con encalado y fertilizantes sobre un alfalfar existente al que se le aplicó un corte, previo al tratamiento, colaborando, especialmente, en el diseño del ensayo y en el análisis estadístico de los resultados el Dr. Roberto V. A. Caravello.

Se proyectó un ensayo factorial de parcelas divididas con 4 repeticiones con 2 niveles de calcio 0 y 1; 3 niveles de fósforo y potasio 0, 1 y 2. El tamaño de la parcela fue de 5 m $\times$ 2,50 m, resultando 18 combinaciones por repetición. Además se efectuó una aplicación general de yeso y bórax en cobertura a todas las parcelas.

Se emplearon las siguientes dosis y fertilizantes:

$P_1$ 50 kg/ha de $P_2O_5$ en forma de superfosfato de calcio ordinario.

$P_2$ 100 kg/ha de $P_2O_5$ en forma de superfosfato de calcio ordinario.

$K_1$ 80 kg/ha $K_2O$ en forma de sulfato de potasio.

$K_2$ 160 kg/ha $K_2O$ en forma de sulfato de potasio.

Calcio: 2.000 kg/ha de piedra caliza dolomítica molida.

Azufre: 100 kg/ha de yeso.

Boro: 20 kg/ha de bórax.

Los fertilizantes se aplicaron en cobertura sobre el alfalfar recién cortado.

Se efectuaron 3 cortes, el primero el 21 de enero de 1959, el segundo se malogró por ataque de roedores y liebres y el tercero el 20 de mayo de 1959.

Resultados.

Se consignan en los cuadros 1 y 2 expresados en kg/ha y el análisis de variancia en los cuadros 1*b* y 2*b*.

La cal, aunque modificó el pH de 5,6 a 6,5 en los 2 cm superficiales del suelo, no parece haber tenido influencia en los rendimientos. Se proyecta en el año en curso establecer un nuevo ensayo, con el mismo diseño del presente, pero sobre un alfalfar a implantar, incorporando la cal y los fertilizantes antes de la siembra.

CUADRO 1

*Efecto de los fertilizantes y del encalado en el rendimiento de alfalfa*

kg/ha

Primer corte

| Block | Testigo | $P_1$ | $P_2$ | $K_1$ | $K_2$ | $P_1K_1$ | $P_1K_2$ | $P_2K_1$ | $P_2K_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Ca 21.200 | 21.600 | 23.200 | 21.200 | 21.600 | 25.200 | 21.200 | 23.600 | 23.200 |
| | — 20.000 | 21.200 | 20.000 | 20.400 | 21.200 | 21.200 | 20.800 | 20.800 | 23.200 |
| 2 | Ca 22.400 | 24.000 | 25.200 | 23.200 | 25.200 | 23.600 | 24.400 | 22.400 | 27.600 |
| | — 22.800 | 22.000 | 25.600 | 19.600 | 22.800 | 23.200 | 25.600 | 23.600 | 21.200 |
| 3 | Ca 23.600 | 23.200 | 24.800 | 26.400 | 25.200 | 25.200 | 19.600 | 24.000 | 26.400 |
| | — 21.600 | 26.000 | 26.800 | 25.200 | 19.700 | 24.400 | 26.000 | 25.200 | 24.400 |
| 4 | Ca 22.400 | 25.600 | 21.600 | 24.000 | 24.800 | 26.000 | 25.200 | 23.600 | 22.400 |
| | — 24.400 | 24.000 | 22.000 | 24.000 | 23.200 | 26.000 | 24.800 | 25.600 | 28.000 |

CUADRO 2

Segundo corte

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Ca 3.600 | 5.840 | 4.640 | 3.840 | 4.240 | 5.200 | 3.840 | 5.120 | 5.440 |
| | — 4.640 | 4.000 | 6.240 | 3.200 | 4.800 | 6.240 | 5.040 | 4.800 | 6.640 |
| 2 | Ca 7.040 | 6.000 | 7.200 | 6.240 | 6.640 | 7.040 | 5.840 | 6.640 | 6.640 |
| | — 5.680 | 5.040 | 5.040 | 3.840 | 3.440 | 5.040 | 5.040 | 5.600 | 5.200 |
| 3 | Ca 4.960 | 5.600 | 4.640 | 6.240 | 6.240 | 7.200 | 5.840 | 6.000 | 6.500 |
| | — 4.000 | 6.880 | 6.000 | 6.240 | 3.520 | 6.000 | 5.600 | 4.800 | 5.040 |
| 4 | Ca 7.040 | 6.640 | 5.840 | 6.240 | 5.440 | 5.440 | 6.640 | 5.840 | 5.840 |
| | — 6.240 | 6.400 | 7.440 | 6.400 | 6.240 | 7.440 | 6.400 | 5.600 | 6.640 |

*Resumen del análisis estadístico de los datos de los cuadros 1 y 2*

CUADRO 1 *b*

| Fuente de variación | Grados de libertad | Valor F |
|---|---|---|
| Calcio | 1 | 1,037 |
| Blocks | 3 | 6,689 |
| Discrepancia | 3 | |
| Total parcelas | 7 | |
| P | 2 | 5,133 + + |
| K | 2 | 0,855 |
| PK | 4 | 0,676 |
| CaP | 2 | 1,485 |
| CaK | 2 | 0,220 |
| CaPK | 4 | 4,240 + + |
| Block de parcelas | 7 | 6,410 |
| Error | 48 | |
| Total subparcelas | 71 | |

CUADRO 2 *b*

| Fuente de variación | Grados de libertad | Valor F |
|---|---|---|
| Calcio | 1 | 0,4915 |
| Blocks | 3 | 1,408 |
| Discrepancia | 3 | |
| Total | 7 | |
| P | 2 | 2,964 |
| K | 2 | 0,086 |
| PK | 4 | 0,551 |
| CaP | 2 | 1,134 |
| CaK | 2 | 0,044 |
| CaPK | 4 | 0,480 |
| Block de parcelas | 7 | 3,674 |
| Error | 48 | |
| Total subparcelas | 71 | |

**CONSIDERACIÓN DE LOS TRABAJOS PRESENTADOS**

*La interpretación del uso y manejo de los suelos: método de trabajo en la Colonia Juan Carlos Molinelli*: C. Cussac y L. de León.

*Quevedo*: ¿Cómo establecen el grado de erosión, comparándolo con un suelo virgen? La dificultad en la Argentina está en encontrar un perfil virgen, precisamente.

*De León*: En el Uruguay tenemos más suerte que ustedes, ya que disponemos de una franja de hasta 100 kilómetros de suelos, incluso en condiciones vírgenes actuales. Por otra parte, nosotros tenemos una idea general de la evolución de los suelos, de manera que cuando dije que la tendencia en esta zona es formar horizontes de alrededor de 30 cm, es porque ésa es la observación general, la base que nosotros aplicamos en los conocimientos de la pedología.

*Reichart*: ¿Qué tipo de análisis rápido han realizado para ese mapa?

*De León*: Determinamos materia orgánica y usamos el método de Spurway, pero repito que tenemos la información que nos da el estudio de la clasificación de suelos del país en cuyos grupos integramos estos suelos. Por eso mismo no hemos hecho muchos análisis de textura en el laboratorio sino textura a campo, al tacto.

*Ensayo de fertilizantes en hortalizas*: N. J. Krummel y A. Castronovo.

*Pécora*: ¿Cuál es el pH de los suelos?

*Castronovo*: 6.1, 6.8 y 7.1.

*Meninato*: ¿Se empleó una sola fórmula y un nivel sólo? ¿Con qué base se parte de ese nivel?

*Castronovo*: Nosotros tratamos de utilizar la dosis elevada para ver si había respuesta. No tratamos de resolver el problema de la dosificación.

*Meninato*: Ustedes están comparando cosas que son distintas; trabajan, por un lado, con fósforo soluble y, por otro, con fósforo de hiperfosfato. Donde ponen fósforo de hiperfosfato ponen nitrógeno nítrico, y donde ponen fósforo soluble el nitrógeno es amoniacal. Si trabajaran con elementos puros y con un diseño experimental que permitiera determinar correlaciones y que tuviera en cuenta también distintos niveles, con el mismo trabajo se podrían sacar mejores conclusiones de esos ensayos.

*Castronovo*: Indudablemente, la manera correcta de encarar el problema es a través de ensayos factoriales con elementos puros y hacer las correcciones que Ud. indica, pero una de las cosas que nos guiaba era el resultado de los fertilizantes comerciales que se ofrecen en plaza. Justamente, el propósito de nuestro trabajo es recalcar la necesidad de que alguien encare esos trabajos, extrañándonos que hasta el presente se hayan realizado muy pocos, es decir, que no se les ha dado la importancia que a nuestro parecer tienen. Nosotros no tratamos de resolver el problema de la fertilización,

ya que no es problema nuestro, sino de los técnicos de suelos; queremos mostrar que mediante la aplicación de un abono comercial que está en venta en el país, el agricultor se puede beneficiar en 30.000 pesos por hectárea. Con esto se plantea también si resulta económicamente conveniente o no llevar a cabo ensayos de gran envergadura, pues no deberían limitarse a una sola localidad.

*Musi*: El trabajo presentado por el Ing. CASTRONOVO constituye una contribución como obra de extensión para cumplir conscientemente como profesionales, de modo que, en primer lugar, quiero felicitar a los autores porque significa una responsabilidad profesional hacer un ensayo de orientación antes que dar un consejo técnico. En segundo lugar, quiero significar que estos ensayos de orientación deberían tomarse como estímulo para destruir prejuicios. Si fuéramos a encarar este ensayo desde el punto de la investigación pura, habría que pedir repeticiones, años de trabajo, formas de aplicación, dosis, elementos puros, nitrógeno orgánico, amoniacal, nítrico, todo lo cual nos llevaría a demorar 20 ó 30 años el empleo de fertilizantes. El uso de fertilizantes es una operación comercial. El agricultor que compra un fertilizante lo hace para obtener un beneficio económico y no para restaurar la fertilidad; eso no le interesa. Este problema es muy complejo, pero todo lo que se haga para adelantar dentro de él, debe estimularse; por eso es que considero este trabajo muy interesante como contribución práctica y no como trabajo científico.

*Castronovo*: Sus palabras captan precisamente la intención de nuestro trabajo.

*Nijensohn*: Respecto a que los ensayos de carácter científico son complicados, hay que aclarar que no es así, al contrario. La comunicación que acabamos de escuchar es de extraordinario valor en cuanto a estímulo para la intensificación y desarrollo de tales experimentaciones, pero creo que es nuestro deber, en una reunión científica de suelos, mostrar el verdadero camino y el verdadero camino es más sencillo, no más complicado que el que se acaba de exponer. Hay que conocer las reacciones básicas del suelo y, por ejemplo, en este ensayo no sabemos si, a lo mejor, fósforo solo y en dosis adecuada hubiera sido suficiente. Por un lado, tenemos nitrógeno, fósforo y potasio; por otro, fósforo en una combinación (hiperfosfato de calcio) que por las características del suelo es difícil que hubiera podido actuar; además, tenemos un tratamiento con nitrógeno, con lo que nos queda la incógnita de que empleando una fuente apropiada de fósforo y mucho más barata que cualquiera de esos tratamientos, hubiéramos podido comprobar que a este suelo lo que le falta es fósforo. Sin dejar de estimar el esfuerzo que se ha hecho en este caso, creo que es nuestro deber señalar el camino correcto sobre el cual debe emprenderse la investigación; es urgente, urgentísimo iniciar ésta en la Argentina.

*Castronovo*: Completamente de acuerdo; aplaudo la sugerencia. Precisamente, nosotros hemos venido a demostrar que aun ensayos hechos de esta manera, con todos los defectos que tienen, indican una respuesta y una conveniencia económica. Es lo que nosotros venimos a decir a los técnicos en suelos. ¿Existe o no interés para hacer esta clase de ensayos? No es nuestra función hacerlos, a ellos les compete fijar el método y el criterio adecuado para realizarlos.

*Molina*: Quisiéramos ver este tipo de ensayo, con todos los defectos que se le han señalado, con trigo, alfalfa, etc., para que podamos decir si un fertilizante responde o no.

*Importación y comercialización de fertilizantes en la República Argentina, correspondiente al período 1957/58*: E. A. BARREIRA.

*Pereyra*: ¿Cuál es el costo de fertilizantes en el país?

*Barreira*: Este tópico no está contemplado en el trabajo, debido a su variabilidad y, por otra parte porque escapa a la función específica del Instituto de Suelos y Agrotecnia.

*Meninato*: Es importante conocer la distribución de los fertilizantes en el país; en varias oportunidades he tratado de conocer la distribución de los mismos sin encontrar registros o estadísticas apropiadas.

*Barreira*: En el trabajo no se pudo hacer análisis de la distribución y consumo por falta de datos actualizados; por otra parte, muchos de los elementos que se emplean no se registran, por cuanto no se consideran comprendidos dentro de los que la ley considera como fertilizantes. El Servicio de Fertilizantes no los controla y el de Fiscalización no está capacitado para registrarlos en todo el país por falta de personal.

*Pécora*: El Instituto de Suelos y Agrotecnia posee

datos de años anteriores por zonas y provincias, las que están a disposición de los interesados.

*Técnica rápida de fijación de médanos mediante siembras protegidas*: A. J. PREGO y J. E. CALCAGNO.

*Zaffanella*: ¿Cuál es el grado de humedad del suelo en el momento de la siembra?

*Prego*: Se eligen, en términos generales, dos épocas para la siembra, segunda quincena de octubre y primera de noviembre.

*Tschapek*: Sería interesante aclarar cómo se mantiene el agua y por qué no filtra.

*Prego*: La humedad no es problema; el agua no filtra por la existencia de arena fina, y por otra parte, la evaporación es mínima.

*Problemas en el manejo de suelos en la zona de invernada del oeste de la provincia de Buenos Aires*: C. SAUBERÁN, J. S. MOLINA, H. EDWARDS y G. L. LUNDBERG.

Sin debate.

*Manejo de suelos y producción de carne en la región chaqueña*: J. QUANT, G. A. LUNDBERG, J. S. MOLINA y M. FUENTES GODO.

*Fantini*: El problema de la producción de carne y forraje reside en el costo elevado de la semilla y falta de maquinaria apropiada.

*Quant*: En el país hay maquinaria agrícola y no es muy cara.

*Guichandut*: La carne obtenida compensa el gasto de trescientos pesos por hectárea y, en cuanto a maquinaria, con sólo el rolo acanalado y la sembradora se soluciona el problema; debe apoyarse al productor de semilla, no al ganadero.

*Quant*: En el Chaco no es tan compensatorio el pastoreo artificial; habría que investigar más la parte económica.

*Reichart*: El Chaco es muy extenso y con condiciones diferentes; tratándose de una comunicación, es algo aventurado dar nombres de especies y extender mucho las conclusiones.

*Quant*: No hemos aconsejado todavía determinadas siembras.

*Agotamiento y erosión de suelos en la región algodonera del Chaco*: G. A. LUNDBERG, J. S. MOLINA, P. M. FUENTES GODO y J. QUANT.

*Tschapek*: ¿El subsuelo es horizonte iluvial?

*Lundberg*: Hay una capa de 60 a 80 centímetros y por decapitación aflora el subsuelo.

*Garbosky*: ¿Hay antecedentes sobre monocultivo, rotaciones, etc.?

*Lundberg*: Hay algunos antecedentes y en Charata se rotan cultivos.

*Problema del manejo de suelos en Misiones*: P. M. FUENTES GODO y A. ROTH.

Sin debate.

*Estado actual del problema de la erosión del suelo por la acción del viento y corrientes fluviales en la provincia de San Luis*: J. R. GUIÑAZÚ.

Sin debate.

*Las tierras áridas de la Argentina deben ser estudiadas para incrementar su grado de productividad. Necesidad de crear una organización técnica de lucha contra las sequías. Planificación y colonización de las tierras áridas*: J. R. GUIÑAZÚ.

Sin debate.

*Influencia del tipo y época de labranza en la conservación del suelo y del agua edáfica.* (Región semiárida pampeana): M. J. MONSALVO.

Sin debate.

*Obtención de abonos a partir de residuos domiciliarios*: M. PEREYRA PINO, M. SALES y A. V. SOSA.

Sin debate.

*La conservación del suelo en los montes frutales. Estudio comparativo de distintos sistemas de plantación*: R. H. RUSSO GERARDO.

Sin debate.

*Problemas científicos, prácticos y de organización relacionados con la protección, conservación y recuperación de los suelos del país*: N. YOURCHENKO.

Sin debate.

*Influencia de la fertilización completa con N-P-K en la producción citrícola*: J. DOMATO y M. RATKOVIC.

Sin debate.

*Ensayos de profundidad y velocidad de labranza*: C. V. Quevedo y A. Riccitelli.

Sin debate.

*La erosión del suelo de origen palustre por las corrientes fluviales y aguas de escurrimiento en la región de Rivadavia (Chaco Salteño) provincia de Salta*: J. R. Guiñazú.

Sin debate.

*Relación entre las dimensiones del surco y el avance del frente húmedo en un suelo franco-limoso*: C. J. Grassi y L. Nijensohn.

Sin debate.

*Experiencia con riego restringido en suelo franco de Chacras de Coria. Mendoza*: C. J. Grassi.

Sin debate.

*Eficiencia de diversos tipos de labranza en el control de la vegetación espontánea*: H. F. Peters.

Sin debate.

*Las cortinas forestales y su importancia en zonas de riego de la Patagonia*: I. Bandura.

Sin debate.

*Las defensas contra la avulsión en los ríos de régimen torrencial*: P. López Barreto.

Sin debate.

*Efecto de la aplicación de fertilizantes y riego sobre el rendimiento y calidad de la papa en monocultivo*: J. M. Pereyra.

Sin debate.

*Efectos del encalado y de la aplicación de fertilizantes en un alfalfar implantado, sobre el rendimiento y calidad de la alfalfa*: J. M. Pereyra.

Sin debate.

**Informe de Comisión**

Durante el transcurso de las deliberaciones de la Comisión fueron considerados 20 informes, entre trabajos y comunicaciones. Esto indica, sin lugar a dudas, el interés creciente que entre los investigadores despierta esta importante rama de la Ciencia del Suelo.

Los informes presentados pueden agruparse numéricamente en la siguiente forma: Uso y manejo de la tierra: 4; Planificación y sistematización de la tierra: 1; Técnicas de labranza: 2; Técnicas conservacionistas: 2; Fertilizantes: 6; Problemas varios: 5.

El uso y la experimentación de fertilizantes recibió preferente atención, destacándose varios trabajos que muestran la inquietud que despiertan estos problemas. La gran importancia de este aspecto tecnológico y la escasez de información disponible, hacen resaltar la necesidad de brindar el necesario estímulo a este tipo de trabajos.

Las comunicaciones presentadas sobre problemas del uso y manejo de la tierra, conjuntamente con las referentes a técnicas de labranza, señalan la importancia de los problemas abordados y permiten sugerir la intensificación de la experimentación, dándole un carácter sistemático y utilizando técnicas experimentales adecuadas. Es de lamentar que el aspecto rotaciones no haya sido aún encarado con carácter experimental riguroso, teniendo en cuenta los graves problemas que plantea la monocultura en distintas regiones del país.

El escaso aporte de contribuciones referentes a maquinaria de labranza, induce a pensar que dicho aspecto debe contemplarse con mayor amplitud, sobre todo si se tiene en cuenta el progreso alcanzado por otros países.

La planificación y sistematización de la tierra fue tratada en forma integral en uno de los trabajos presentados por la delegación uruguaya; en este aspecto no se registró aporte de técnicos argentinos.

La técnica de lucha contra la erosión desarrollada en nuestro país revela el adelanto alcanzado en dicha materia.

Finalmente, los trabajos que se ubicaron dentro del grupo que hemos denominado Problemas Varios, son de carácter tecnológico en algunos aspectos, pero en otros, abarcan planteo de problemas que indudablemente han de servir de estímulo para que se encare su solución.

Sintetizando; la opinión que surge a través de los temas tratados es la siguiente:

1º) La tecnología, uso y manejo del suelo, en sentido bien general, se halla en una etapa de plena evolución. Es de desear que de la etapa orientadora en que se encuentra actualmente, se pase a la estrictamente experimental.

2º) Es necesario intensificar los estudios acerca de la fertilización en sus diferentes aspectos (uso, técnicas, elaboración, etc.), refiriéndonos especialmente al aspecto experimental, que debe extenderse en forma amplia a todo el país.

3º) Es imprescindible que, con criterio regional, se encaren urgentemente las experiencias tendientes a lograr las mejores rotaciones, especialmente en aquellas zonas donde la monocultura ya ha creado graves problemas.

4º) Es de gran importancia intensificar los ensayos de la maquinaria agrícola destinada a la labranza, bajo la rigurosa técnica que exige la experimentación bien planeada, incluyendo los prototipos que pudieran importarse de acuerdo con los requerimientos que plantean las distintas regiones del país.

5º) Es de imperiosa necesidad difundir, con la mayor amplitud posible, las técnicas conservacionistas cuya eficacia esté plenamente comprobada.

# SESIÓN DE LA COMISIÓN VII. — MINERALOGÍA

*Presidente*: Yolí Lagisquet de López Alaniz
*Secretario*: José Román Guiñazú

## DISERTACIÓN DEL RELATOR, FÉLIX GONZALEZ BONORINO

### La mineralogía de los suelos

Introducción.

El estudio científico de un suelo debe comenzar por el conocimiento de su constitución mineralógica y petrográfica. Petrografía representa en éste la mineralogía más la textura (granulometría, fábrica, etc.), ya que el suelo es, para el geólogo, un sedimento que ha sufrido una clase particular de diagénesis. Por desgracia, son pocos los estudios pedológicos en nuestro país donde la constitución del suelo recibe un tratamiento adecuado, principalmente porque no hay especialistas con suficiente dominio de las técnicas mineralógicas (microscopía de minerales dispersos, roentgenografía, análisis térmico diferencial, etc.) indispensables para tales estudios. Las propiedades agrícolas del suelo pueden ser estudiadas quizá sin un conocimiento previo de la petrografía, pero de esta manera no se alcanzará a comprender el comportamiento del suelo. Por vía de ejemplo, se puede medir la capacidad de intercambio de cationes y el dato será de utilidad para la tecnología del suelo, pero no se sabrá el porqué de esa capacidad ni se intuirá la naturaleza de los procesos íntimos que tienen lugar, sin conocer previamente qué especies de minerales de arcilla componen el suelo. Estas mismas consideraciones pueden aplicarse a la clasificación científica de los suelos, la que no puede ser una simple aplicación de criterios descriptivos más o menos superficiales, sino que debe basarse en el conocimiento de su naturaleza íntima.

Estas consideraciones nos llevan al problema de la formación en la Argentina de pedólogos con preparación suficiente para encarar el estudio científico de los suelos. En la actualidad, tal formación no se lleva a cabo en ninguna institución de enseñanza superior del país. La solución es relativamente sencilla, y consiste en permitir a los alumnos de las carreras donde se estudian las ciencias básicas de la pedología (por ejemplo, agronomía, ciencias geológicas, ciencias biológicas, química) a completar sus respectivas carreras, sea al nivel de licenciatura o de doctorado, con materias apropiadas de las restantes carreras, de acuerdo con un plan que no debe ser rígido, sino contemplar las diversas orientaciones dentro de la pedología. Este tipo de régimen es general para todas las carreras en los países avanzados, pero es resistido por las universidades en nuestro país, que por algo no es avanzado.

Para el estudio mineralógico, es costumbre dividir los componentes de los suelos en inertes por un lado, y activos o coloidales por el otro. Tal clasificación está basada prácticamente en la dimensión, y si bien resulta útil es de todas maneras artificial, pues no hay un límite preciso entre ambas fracciones. La actividad no es función solamente de la superficie externa, sino también, y en gran medida, de la superficie interior, que depende de la estructura del mineral. Así, una partícula de caolinita de un micrón puede ser comparativamente inerte frente a otra de vermiculita, o hidrobiotita, de 50 micrones.

La fracción inerte desempeña un papel importante como elemento esencial de la textura del suelo. Como su estudio es relativamente sencillo, se nota en muchos trabajos una tendencia en prestar atención casi exclusiva a estos componentes gruesos, descuidándose la fracción más fina. Una mera enumeración de especies minerales, o un simple análisis granulométrico, carecen de mayor valor por sí solos, pero cuando van acompañados por un estudio textural completo, en particular sobre las características del armazón textural, o fábrica, determinada por los componentes mayores, solos y en relación con los demás constituyentes, se obtienen datos de gran valor interpretativo. Los suelos pampeanos, por ejemplo, contienen como elemento predominante partículas de vidrio volcánico atravesadas por canalículos en los cuales se encuentra parte de la mont-

morillonita que caracteriza dichos suelos. El análisis petrográfico debe comprender la orientación de las partículas de vidrio, pues ellas deben jugar seguramente un papel importante en la permeabilidad, retentividad de humedad y de cationes, y otras propiedades del suelo.

La calificación de "inertes" no siempre es exacta, pues muchos componentes de la fracción gruesa participan, débil pero significativamente, en la actividad fisicoquímica del suelo. El vidrio arriba mencionado, por ejemplo, tiene la propiedad de ceder gradualmente sílice y cationes a las soluciones intersticiales. La influencia de este fenómeno en la fertilidad de los suelos pampeanos, su dependencia del pH, etc., son cuestiones importantes dignas de estudio.

La fracción coloidal interesa más vivamente al edafólogo porque ella participa más activamente en la vida de la vegetación que soporta. A pesar de ello, el conocimiento de su verdadera naturaleza mineralógica data de fecha reciente. Hasta casi 1930, la fracción coloidal de los suelos era considerada como un agregado amorfo de óxidos. Recién con los trabajos de C. S. Ross (1927), Hendricks y Fry (1930), y Kelley, Dore y Brown (1930) se comprobó que se trataba en realidad de sustancias cristalinas, que podían ser identificadas con especies de arcillas conocidas fuera de los suelos en agregados más o menos puros. Este hallazgo fundamental fue posible gracias al desarrollo de las técnicas roentgenográficas; en efecto, el método para análisis de polvos fue propuesto independientemente en 1917 por Hull en EE. UU. y Debye y Scherrer en Alemania, y en la tercera década del siglo se difundió rápidamente. Los trabajos de C. S. Ross demostraron al mismo tiempo la importancia y alcances de la técnica microscópica en el estudio de las arcillas de los suelos.

En los treinta años transcurridos desde entonces, el conocimiento de los componentes coloidales de los suelos ha progresado enormemente pese a lo cual está aun en plena evolución. Este conocimiento comprende distintos aspectos: 1º) la identidad de las diversas especies de minerales de arcilla que se encuentran en los suelos, con su constitución química y cristalográfica; 2º) sus propiedades fisicoquímicas, y 3º) su influencia en las propiedades del suelo. Nos referiremos a estos aspectos, en ese orden.

Identidad de las arcillas del suelo.

Hasta los trabajos de C. S. Ross y sus colaboradores, predominaba el concepto de que la única arcilla de naturaleza mineralógica definida era el caolín, y que las demás arcillas eran mezclas de caolín con óxidos diversos. Muy pronto después quedó suficientemente fundada la clasificación de los minerales de las arcillas en tres grandes grupos: el de los minerales componentes de los caolines, o de la caolinita; el de los componentes de las bentonitas, o grupo de la montmorillonita, y el grupo de las hidromicas, o illitas, de distribución muy extensa y común constituyente de las lutitas. Los minerales del grupo de la caolinita se caracterizan por una estructura de capas octaedrales de alúmina y tetraedrales de sílice alternadas, sin sustituciones internas y cargas totalmente compensadas. Los montmorillonoides tienen 3 capas por celda unitaria, o sea dos de sílice encerrando una capa octaedral de Al. La sustitución de Si por Al en las primeras y, particularmente, la de Al por Mg y Fe en la segunda, determina en estos minerales la presencia de cargas libres, a las que deben sus propiedades características; a saber, retener cationes intercambiables, y de expandirse por adsorción de agua.

Las hidromicas o illitas poseen una estructura y composición semejante a la de las micas; es decir, una capa alumínica encerrada por dos silíceas. La diferencia con los montmorillonoides consiste en que no existe sustitución de Al en la capa central, mientras que el Si de las capas externas es reemplazado hasta 1 de 4 por Al; las cargas así liberadas son balanceadas por K intercalado entre cada conjunto de capas. La diferencia entre illitas y muscovitas consiste en que las primeras tienen menor sustitución del Si por el Al, cierto reemplazo del K por Ca, Mg e H y posiciones vacantes en la estructura, que no permiten su crecimiento.

A las arcillas caoliníticas, en que hay una capa silícea por una de alúmina se las designa 1:1; similarmente la relación 2:1 se refiere a las especies que, como las illitas y montmorillonitas, tienen 2 capas de $SiO_2$ por 1 de alúmina.

En años recientes se ha demostrado que muchas arcillas están formadas por una mezcla de dos especies diferentes, en capas interestratificadas. Las interestratificaciones más comunes son: illita: montmorillonita; illita: vermiculita; illita: caolinita. La alternancia de estratos puede ser sin orden alguno,

o por el contrario, 1 capa de cada especie en alternancia regular. El reconocimiento de la existencia de estas arcillas es de gran importancia, y obliga a la revisión de una gran cantidad de determinaciones anteriores. Es probable, por ejemplo, que muchas de las llamadas beidellitas (un montmorillonoide con substitución de Al por Si en las capas tetraédricas) sean en realidad interestratificaciones de montmorillonita con illita.

A estos tres grandes grupos hay que agregar el de las sepiolitas o attapunguitas, arcillas de estructura fibrosa, ricas en magnesio, cuya abundancia es mucho menor.

Los minerales de los tres grandes grupos han sido hallados abundantemente en los suelos. Entre los trabajos sobre el problema de la distribución de arcillas en suelos se destaca el de Alexander, Hendricks y Nelson (1939). Enorme cantidad de información ha sido agregada en los últimos lustros. Pueden resumirse los resultados de la siguiente manera: la mayoría de los suelos tienen dos o más especies de arcillas. Los miembros del grupo de la caolinita (caolinita, halloysita, endellita) predominan en suelos lateríticos y podsólicos; es decir, en suelos donde la lixiviación ha sido intensa. En suelos de regiones áridas, en cambio, se encuentran principalmente mezclas de illita y montmorillonita, predominando una u otra según la naturaleza de la roca madre. En suelos formados en materiales ricos en cenizas volcánicas como en el caso de los suelos pampeanos, la arcilla es casi exclusivamente montmorillonita. Los miembros del grupo de la attapunguita son poco comunes en los suelos; se encuentran probablemente en suelos desérticos.

En los últimos años, se ha multiplicado el hallazgo en varios suelos, minerales de arcillas con las características propias de las vermiculitas y de las cloritas. Las primeras se distinguen de las montmorillonoides por su espaciado de 14Å poco expansible, mientras que las segundas, si bien presentan el mismo espaciado, no poseen mayor capacidad de intercambio.

Propiedades fisicoquímicas.

Las propiedades de las arcillas que tienen mayor influencia en el comportamiento de los suelos son el intercambio de cationes y la adsorción de agua. Por medio de estas propiedades, las arcillas controlan el pH, la fijación de elementos nutrientes, la retención de humedad, etc.

*Intercambio de cationes*: Esta propiedad se debe a · 1º) cargas libres en los bordes rotos del cristal. A estas cargas se debe la poca capacidad de intercambio de la caolinita; 2º) sustituciones de átomos, especialmente en la capa central de las arcillas 2:1, que producen cargas que fijan débilmente ciertos cationes, a través de las capas silíceas.

*Control del pH*: Al incorporar H en las posiciones intercambiables, las arcillas adquieren las propiedades de ácidos débiles, cuya fuerza es parecida a la del ácido carbónico y que por sus curvas de titulación tienen el carácter de monoácidos. El estudio de las propiedades de las arcillas ácidas se debe en gran parte a C. E. Marshall. En los suelos, las arcillas actúan como "buffers", reteniendo iones H de soluciones ácidas circulantes y controlando así el pH. Se ha encontrado que la disociación del H es mucho mayor en montmorillonita que en illita, y en ésta mayor que en caolinita, debido a que en esta última el catión se encuentra en oxidrilos fuertemente retenidos por la estructura. Las sales de arcillas, en cambio, son mucho más ionizadas en caolinita, porque los cationes se encuentran en los bordes de los cristales, accesibles a las soluciones. El pH de caolinita saturada con H es de unos 4,5, comparable al valor que presentan los suelos del sudeste del Brasil, cuyo constituyente principal es precisamente caolinita. El pH de la misma solución de montmorillonita alcanza cifras más bajas, de menos de 3.

*Fijación de cationes*: La importancia del potasio para la alimentación de las plantas plantea el problema de su fijación por parte de las arcillas del suelo. Esto tiene importancia en suelos de regiones húmedas, donde es con frecuencia necesario añadir fertilizantes potásicos en áreas de cultivo intensivo. Se ha demostrado que el K es adsorbido por la arcilla y fijado en forma irremplazable, con lo que se pierde como agente nutritivo. En este fenómeno, la naturaleza de la arcilla tiene gran importancia. Illita, por ejemplo, fija rápidamente los cationes en los espacios interlaminares vacantes, con lo que adquiere un carácter más micáceo. Montmorillonita también fija el K, pero en su mayor parte con carácter intercambiable. Sin embargo, con el tiempo —y sobre todo si median períodos de desecación— entran en fijación permanente, y el mineral dismi-

nuye sus propiedades coloidales y se transforma gradualmente en hidromica. El proceso inverso ha sido estudiado por varios autores; la lixiviación natural de suelos muy permeables puede transformar illita en montmorillonita y clorita en vermiculita, como ocurre en ciertos suelos de Wisconsin (WHITTIG y JACKSON, 1956). La comprobación de minerales de arcillas de tipo vermiculita en muchos suelos puede resultar de importancia en este aspecto, pues las vermiculitas tratadas con iones K se transforman en micas con cierta facilidad.

*Fijación de aniones*: Los minerales de las arcillas juegan también un importante papel en la retención del fósforo. En este sentido, la mayor actividad es demostrada por la caolinita, pero el mecanismo por el que ocurre la fijación no está aun dilucidado. Según algunos, el anión ortofosfórico es ligado a las ligaduras positivas de los bordes rotos de los cristales. Según otros, el anión reemplazaría a los hidroxilos sobre la superficie de las capas silíceas. Estudios recientes, con isótopos no han resultado concluyentes en esta cuestión.

*Adsorción de agua*: Los suelos retienen el agua por dos mecanismos diferentes: 1) intergranularmente, mediante separación de las partículas de arcilla, y 2) por adsorción interlaminar, dentro de la propia estructura de los cristales. El tipo y capacidad de adsorción dependen de la naturaleza mineralógica de la arcilla; los suelos caolínicos actúan de la forma indicada en primer término; las arcillas de retículo expansible, en cambio, absorben gran parte del agua entre los planos interlaminares. El mecanismo de absorción de agua es conocido sobre todo por los trabajos de BARSHAD. La caolinita absorbe con mayor rapidez pues la adsorción es en la superficie externa; las montmorillonitas en cambio, tienen una capacidad mucho mayor. El agua adsorbida en las superficies interlaminares se ordena en forma regular, adoptando la estructura propia del hielo en las primeras capas, aumentando el desorden con la distancia a la superficie del mineral. Se ha demostrado, además, una estrecha relación entre el carácter del catión de intercambio con la capacidad de retención de agua. Es bien sabido que el catión Ca tiende a disminuir esta capacidad, mientras que el Na la aumenta. La presencia de una u otra especie de arcilla en el suelo está determinada, en gran parte, por el clima, o sea por el grado de lixiviación. A la inversa, aquélla influye en la lixiviación. Un suelo laterítico, rico en caolinita, se desarrolla en climas lluviosos, por meteorización avanzada de los minerales primarios. A su vez, la caolinita, por su escasa capacidad de retención, confiere al suelo una fuerte permeabilidad que facilita la lixiviación profunda propia de aquellos suelos. La influencia de los cationes de intercambio sobre la adsorción de agua y, a su vez, sobre la permeabilidad del suelo, debe ser muy tenida en cuenta en irrigación.

*Texturas y estructuras de los suelos*: Las arcillas determinan en mayor medida que cualquier otro componente, la textura y estructura de los suelos. La porosidad y permeabilidad, a que hemos hecho referencia arriba dependen a su vez de estas propiedades. Un suelo con una buena estructura permite una apropiada circulación de agua, aunque su arcilla sea de tipo montmorillonítico. La formación de agregados o terrones, separados de los vecinos por grietas capilares que acrecientan la permeabilidad, se debe en primer lugar a la acción ligante de los minerales arcillosos entre las partículas mayores. Otros mecanismos propuestos, basados en la intervención de microorganismos y hongos, o en materias orgánicas del tipo de humus, resinas, etc., no parecen tener igual importancia. En la adherencia mutua de las partículas arcillosas pueden intervenir tres factores distintos: 1) intercruzamiento de ligaduras iónicas y de cargas entre cationes de intercambio, sobre todo entre láminas orientadas; 2) ligaduras formadas por moléculas orgánicas de cadena polar; y 3) por puentes de moléculas de agua, gracias a su carácter polar. Este parece ser el orden de importancia de tales factores. En la magnitud de las fuerzas del segundo tipo, o sea las representadas por moléculas orgánicas adsorbidas por la arcilla, influirá seguramente la naturaleza del mineral, siendo de esperar que sea mucho mayor en las montmorillonitas. En este principio se basa la utilización de compuestos orgánicos polares en la estabilización y el mejoramiento de las estructuras de los suelos.

En estos cortos párrafos, he tratado de poner de manifiesto la relación entre la composición mineral específica de la fracción coloidal, y las propiedades del suelo. Creo que lo dicho es suficiente para demostrar la importancia del conocimiento mineralógico del suelo. Veamos ahora algunos problemas relativos a la determinación de las arcillas de los suelos.

Identificación de las arcillas en los suelos.

La mayor dificultad que presentan los estudios mineralógicos del suelo, y quizá aquella que más ha detenido su difusión en nuestro ambiente, es la identificación de las arcillas en la fracción coloidal. El más accesible, técnicamente, de los métodos es el petrográfico, pero éste requiere considerable entrenamiento y es de alcance limitado. Los rayos X requieren equipos raramente al alcance de los laboratorios de nuestro país, si bien en el resto del mundo su difusión es extraordinaria y representan un elemento standard en todo laboratorio. El análisis térmico-diferencial, así como el microscopio electrónico, no son empleados sistemáticamente, según mi conocimiento, en ningún laboratorio del país para este fin.

Ningún método, por sí solo, es completamente suficiente para la identificación. Las arcillas de los suelos, de entre las arcillas de distintos orígenes, exigen un mayor esfuerzo por las dimensiones muy reducidas de las partículas, y por la degradación en que se encuentran generalmente. Esta degradación determina la existencia de espacios vacantes en la estructura; de sustituciones en la estructura de la illita para dar montmorillonita, o en la estructura de biotita o clorita para formar vermiculita, etc.

En muchos trabajos antiguos, el único elemento de juicio para la identidad de las arcillas era el análisis químico. No es necesario señalar aquí hasta qué punto es éste insuficiente. En la mayoría de los suelos el análisis corresponde a una mezcla de arcillas, pese a lo cual la composición química de fracciones debidamente separadas es un dato de gran valor determinativo.

El advenimiento de los rayos X en la determinación de minerales dispersos ha determinado un abandono correlativo de los métodos petrográficos por parte de muchos edafólogos. Considero que esto es lamentable, porque el microscopio proporciona informaciones que ningún otro método puede conseguir. Mucho se habla sobre la imprecisión de las determinaciones microscópicas, lo importante sin embargo, es emplear cada método dentro de sus propias limitaciones, y no pretender del mismo más de lo que puede dar. Todo estudio petrográfico de un suelo debe comenzar con el examen microscópico del conjunto (con la ayuda de secciones debidamente impregnadas para permitir el corte delgado) a fin de estudiar su textura; seguido por el análisis microscópico de cada fracción, debidamente separada por los métodos conocidos. En general, este examen ya puede darnos una idea bastante aproximada de la especie de arcilla predominante. El análisis roentgenográfico permitirá luego precisar la determinación. Con este método, la presencia de los tipos corrientes de arcillas podrán ser detectados, y se tendrá una idea aproximada de sus proporciones respectivas. Hay ciertas arcillas, sin embargo, que el análisis con rayos X necesita de la ayuda del A.T.D. Este es el caso de arcillas con interestratificación, sobre todo si ésta no es regular; las curvas de reacciones térmicas permiten en general separar los componentes. Asimismo, hay varios minerales que como vermiculita, clorita y montmorillonita, dan reflecciones parecidas, pero que se diferencian por su comportamiento térmico. Mediante el uso combinado de tratamientos térmicos, ataques químicos y rayos X, Mac Ewan y Walker han elaborado un procedimiento ingenioso que permite la identificación de la mayoría de los minerales de las arcillas.

Para el análisis de arcillas bajo el microscopio, es importante una buena separación y purificación. Una vez conseguido esto, se puede utilizar el procedimiento de sedimentar las partículas en agregados orientados, los que permiten una determinación bastante precisa.

## Composición mineralógica de la fracción arena de algunos suelos de Mendoza

(*Trabajo*)

Gerardo A. Fernández y León Nijensohn

Con el presente trabajo se inicia el estudio de la fracción arena en suelos de Mendoza. El material estudiado corresponde a tres suelos de origen secundario formados por materiales aluvionales y eólicos de deposición geológicamente reciente. Corresponden a los suelos de Chacras de Coria, Santa Rosa y Monte Caseros cuyas características generales son:

*Suelo de Chacras de Coria*: Cae dentro de los suelos de la región alta del río Mendoza correspondiendo a la serie Las Compuertas, caracterizada por un

perfil con predominio de capas de textura arenosa y francoarenosa libres de acumulaciones salinas y con subsuelo ripioso constituído por gravas, cantos rodados, escombros y blocks. El perfil se compone de:

0-30 cm: Capa franco arenosa fina; inestructurada. Color 10YR. 6/2: gris parduzco claro. Muestra Nº 276.

30-90 cm: Capa franco arcillosa: estructura en bloques muy poco desarrollada. Color 10YR. 6/3: pardo pálida. Muestra Nº 277.

90-120 cm: Capa franco arenosa: inestructurada. Color 10YR. 7/2: gris claro. Muestra Nº 278.

Desde 120 cm comienza el subsuelo ripioso.

*Suelo de Santa Rosa*: Pertenece a la región del Bajo Tunuyán. Geológicamente está dentro de una zona que corresponde a terrenos del Pleistoceno Superior, caracterizada por la presencia de depósitos fluviales del Lujanense. De origen fluvio-lacustre, con intercalaciones eólicas. No se encuentra ripio a ninguna profundidad del perfil explorable o por lo menos hasta la capa freática. Las características del perfil son:

0-30 cm: Capa de textura areno-limosa: inestructurada. Color 5YR. 5/2.5: pardo grisáceo rojizo. Muestra Nº 346.

30-60 cm: Igual al anterior: color 5YR. 5/4: pardo rojizo. Muestra Nº 347.

60-90 cm: Capa de textura arenosa: inestructurada. Color 5YR. 5/2: gris rojizo. Muestra Nº 348.

90-110 cm: Igual al anterior. Color 5YR. 5/3: pardo rojizo. Muestra Nº 349.

*Suelo de Monte Caseros*: Pertenece a la región del Bajo Tunuyán. La zona corresponde a terrenos del Plioceno-Pleistoceno y está caracterizada por la presencia, en ese lugar, de limos loessoides (¿ Platense ?) y médanos actuales. Se estudiaron dos calicatas cuyas características son:

*Calicata Nº 1*:

0-30 cm: Capa de textura arenosa fina. Presencia de raíces. Color: 5YR. 6/3: pardo rojizo claro Muestra Nº 322.

30-60 cm: Igual textura y color. Mayor abundancia de raíces. Muestra Nº 323.

60-120 cm: Igual textura y color. Mediana cantidad de raíces. Muestra Nº 324.

*Calicata Nº 2*:

0-30 cm: Capa de textura arenosa fina. Raíces escasas. Color: 5YR. 5/4: pardo rojizo. Muestra Nº 325.

30-80 cm: Igual textura: mayor cantidad de raíces. Color: 5YR. 5/3: pardo rojizo. Muestra Nº 326.

Ambas muestras corresponden a un cultivo de viña de alrededor de 10 años de edad. La calicata Nº 1 se excavó en un lugar donde el viñedo demuestra extraordinario vigor y productividad; la Nº 2 corresponde a un sitio, al pie de un médano, donde la viña manifiesta menor desarrollo.

En el trabajo original se dan los antecedentes agrícolas y la ubicación geográfica con sus correspondientes coordenadas para cada perfil estudiado.

*Métodos*: Para el estudio mineralógico de cada una de las muestras, se siguió el siguiente procedimiento:

1) 30 gr de TFSA se empastaron con agua destilada y malaxaron suavemente; se pasó a vaso de precipitación, se agregó 200 ml de NaOH ca. 0,05 N y se calentó a ebullición durante 30 minutos.

2) Se pasó la muestra a una batería de tamices formada por los Nos. 120, 140, 200 y 230 (clasificación americana) y se lavó con agua corriente y destilada hasta eliminación de todo material menor de 62 micrones.

3) Se tamizó en seco, previo secado en estufa a 90º. Las fracciones retenidas por los tamices 140 (105-125 micrones) y 230 (62-74 micrones) fueron separadas para realizar sobre ellas el análisis mineralógico.

4) Una parte representativa de cada una de las muestras se reservó para la determinación de calcita por recuento óptico. El resto de la muestra se trató con ácido acético al 3 % hasta eliminación total de carbonatos.

5) La muestra libre de carbonatos se limpió de pátinas de óxidos de la siguiente manera: 5 gr ca. se pasaron a un vaso de precipitación y se cubrieron con 150 ml de reactivo de Tamm, compuesto por 24.9 gr de oxalato de amonio y 12.6 gr de ácido oxálico disueltos en 1.000 ml de agua destilada. Se llevó a 50ºC y se agitó simultáneamente durante una hora empleando un calentador-agitador magnético.

6) En una parte alícuota de cada una de las muestras así preparadas, se separaron las fracciones de densidad mayor y menor de 2.76. A tal efecto se

practicó una decantación fraccionada empleando como líquido de separación bromoformo de la referida densidad. Se pesaron las fracciones livianas y pesadas y se calculó su proporción porcentual.

7) Se montaron de cada muestra, en todos los casos, tres preparaciones: una correspondiente al total de la muestra y las otras dos a las fracciones livianas y pesadas.

8) Operación del recuento: el procedimiento seguido para el recuento minucioso que se efectuó en cada fracción densimétrica fue el siguiente: en cada uno de los cuatro campos elegidos desplazando el portaobjetos al azar, se contaron por separado las especies mineralógicas de los cuatro cuadrantes delimitados por el retículo del ocular. Como el número medio de los minerales por cuadrante era de alrededor de 25, se computaron no menos de 400 granos por muestra.

9) La proporción de cada mineral se expresó como porcentaje de granos individualizados de dicho mineral en el total de granos contados para la muestra.

*Resultados*: Los porcentajes correspondientes a cada mineral, dentro de las fracciones estudiadas, se consignan en las tablas 3, 4 y 5 (ver trabajo original). Se establecen, también, los porcentajes correspondientes a trozos de rocas y minerales y fracciones livianas y pesadas. En base a estos datos se realiza la discusión que trata: 1) interpretación de cada uno de los perfiles; 2) analogías y diferencias entre los distintos perfiles con respecto a la presencia, proporción y significado de los minerales identificados, y 3) observaciones generales. En 1) se considera la abundancia, variabilidad, ausencia o presencia significativa, asociaciones características, relación mineral, trozos de rocas, etc., de los minerales por perfil; en 2) se analizan para las fracciones livianas y pesadas los mismos factores mineral por mineral, y en 3) se consignan las siguientes observaciones:

El estudio microscópico, revela en todas las muestras, que los feldespatos potásicos aparecen, en general, con un grado avanzado de alteración. Esto se manifiesta a través del aspecto turbio terroso de dichos minerales, los que han perdido, en muchos casos, su anisotropía. Las plagioclasas, al contrario, aun aquellas con estructura zonal, se presentan límpidas y frescas. Este comportamiento está en contradicción con conceptos ampliamente difundidos, con respecto a la facilidad de alteración de los minerales, en los cuales aparecen las plagioclasas como más fácilmente descomponibles que el grupo feldespático potásico. Una posible explicación sería la de que al existir en el medio iones calcio, provenientes de la disociación del bicarbonato y sulfato de calcio y, también iones sodio, presentes siempre en estos suelos de tipo desértico, las reacciones reversibles de hidrólisis de las plagioclasas serían frenadas, mientras se cumplirían con mayor facilidad las de descomposición de las ortoclasas.

2) La mayor proporción de plagioclasas, en los perfiles de Monte Caseros y Santa Rosa con relación al de Chacras de Coria, es una consecuencia de diferencias litológicas en el material madre que originó estos suelos: rocas ácidas en el caso de Chacras de Coria (aporte del río Mendoza), y mesoácidas en los suelos de Monte Caseros y Santa Rosa (sedimentos del río Tunuyán). Esta presunción está corroborada por la mayor proporción de formas silíceas microcriptocristalinas —ftanitas— que se encuentran en Chacras de Coria.

3) En todas las muestras estudiadas los feldespatos totales superan a las formas silíceas (cuarzo y ftanitas).

4) La mayor fertilidad en el suelo de Monte Caseros, con respecto a los otros dos estudiados, podría estar relacionada con la presencia de fuentes potenciales de fósforo y potasio: apatita incluída en muscovita y mayor proporción de muscovita.

5) De la comparación de los resultados obtenidos con los publicados para suelos de Santa Fe y de Concordia y Yeruá (Entre Ríos), surgen las siguientes consideraciones generales:

*a*) El cuarzo, en Mendoza, se encuentra en mayor proporción que en los suelos de Santa Fe y Concordia y Yeruá, y el rango de su variación se mantiene dentro de límites más estrechos que en Santa Fe.

*b*) Los feldespatos en Mendoza, están en mayor proporción y rango de variación que en Santa Fe.

*c*) Los vidrios y las micas, en los perfiles mendocinos estudiados, no llegan a los valores máximos alcanzados en algunas localidades de Santa Fe.

*d*) La fracción pesada está en los suelos mendocinos en proporción mucho mayor que en los suelos de Santa Fe.

*e*) En los perfiles mendocinos estudiados no aparecen minerales metamórficos como: cianita, estaurolita y granate citados para los suelos de Concordia y Yeruá.

TABLA Nº 6

*Composición mineralógica. Valores extremos (E) y promedios (P)*

| MINERALES | CHACRAS DE CORIA | | MONTE CASEROS | | SANTA ROSA | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | E | P | E | P | E | P |
| *Fracción liviana:* | | | | | | |
| Cuarzo | 20,7-30,1 | 26,1 | 22,7-32,2 | 26,7 | 20,8-27,6 | 23,4 |
| Ortosa | 29,9-60,0 | 40,8 | 32,6-39,6 | 36,0 | 32,5-49,6 | 38,5 |
| Plagioclasas | 6,6-14,5 | 10,7 | 15,6-24,0 | 19,6 | 15,4-22,9 | 19,8 |
| Ftanitas | 6,9-20,7 | 12,4 | 1,8-6,8 | 4,7 | 3,7-9,8 | 7,2 |
| Vidrio | 1,6-12,9 | 8,0 | 6,1-21,7 | 12,7 | 3,7-14,1 | 10,4 |
| Clorita | 1,7-3,6 | 2,5 | — | — | — | — |
| Microclino | 0,9 | | — | — | 0,4-1,3 | 0,8 |
| Calcedonia | 0,9 | | — | — | 0,7-0,9 | 0,8 |
| Opalo | 0,8 | | — | — | — | — |
| *Fracción pesada:* | | | | | | |
| Opacos | 27,8-51,8 | 35,9 | 13,4-32,7 | 20,6 | 3,3-34,4 | 14,9 |
| Hornblenda | 11,6-29,2 | 21,3 | 2,0-21,1 | 12,2 | 16,7-31,6 | 24,1 |
| Calcita | 2,4-29,7 | 13,9 | 16,3-49,2 | 27,5 | 9,4-27,5 | 16,9 |
| Enstatita | 3,7 | | — | — | — | — |
| Apatita | 1,5 | | — | — | — | — |
| Muscovita | 1,2-6,9 | 4,3 | 7,1-18,9 | 13,9 | 4,2-11,4 | 7,3 |
| Hipersteno | 1,0-23,8 | 10,3 | 1,7-22,4 | 13,5 | 15,5-38,9 | 25,5 |
| Clorita | 0,6-5,9 | 3,3 | 3,3-15,9 | 8,2 | 3,3-12,3 | 8,0 |
| Augita | 1,3-6,4 | 4,4 | 7,1 | | 5,5-6,9 | 6,2 |
| Biotita | 2,9-5,6 | 3,6 | 1,9-6,7 | 3,8 | 3,3-6,6 | 4,9 |
| Diópsido | 1,8-3,8 | 2,9 | 1,7-2,5 | 2,1 | — | — |
| Zircón | 4,1 | | — | — | — | — |
| Turmalina | 1,6 | | — | — | — | — |
| Rocas | 5,12-23,10 | 14,18 | 2,22-4,68 | 3,24 | 1,91-30,4 | 2,61 |
| Minerales | 56,90-94,88 | 85,22 | 95,32-97,78 | 96,76 | 97,04-98,09 | 97,39 |
| F. liviana s/100 P.M. | 77,8-95,8 | 89,0 | 89,1-93,7 | 91,6 | 92,7-96,1 | 94,7 |
| F. pesada s/100 P.M. | 4,2-22,2 | 11,0 | 6,3-10,7 | 8,4 | 3,9-5,7 | 5,3 |

## Mineralogía de los suelos de Plottier

(*Trabajo*)

YOLY LAGISQUET DE LÓPEZ ALANIZ

RESUMEN.

El principal objetivo de este trabajo fue conocer la composición mineralógica de estos suelos, de sus materiales madres y el proceso vinculado a la formación de los mismos, con el fin de contribuir a su clasificación.

Comprendió el estudio de suelo y yaciente de la localidad de Plottier y de los materiales de la barda, cuya vinculación con aquél deseábase conocer, correspondiente a la zona próxima a aquélla, y comprendida entre dicha barda y la vía férrea que atraviesa la localidad.

La localidad de Plottier está situada en la región árida de la Patagonia, sometida a riego y dedicada principalmente a la explotación frutícola. Se halla ubicada a 15 kilómetros al oeste de la ciudad de Neuquén, capital de la provincia del mismo nombre y a menos de 20 kilómetros al oeste de la confluencia de los ríos Limay y Neuquén.

La zona estudiada corresponde particularmente a la adyacente a la barda norte del valle del río Limay, a la que pertenece; el río corre actualmente recostado en el albardón sur o barda sur. (En el desarrollo del texto se adopta la terminología usual de barda).

La influencia de aquélla abarca una región mayor que la comprendida estrictamente por lo que se conoce con el nombre de Colonia Frutícola de Plottier, ya que se extiende en la zona de riego, a las llamadas Colonia Valentina, Colonia Bouquet Roldán al este y Colonia Inglesa al oeste; hacia el sur en algunas partes hasta las proximidades de las vías y hacia el norte, como se señaló antes de la barda.

El estudio realizado consistió en un reconocimiento preliminar del valle y uno más detallado correspondiente a la localidad. Se extrajeron muestras de suelos y de los sedimientos de la barda. Los métodos usados para la determinación de los minerales son las comunes técnicas petrográficas de clasificación de los mismos, sobre la base de sus características ópticas. Como paso previo a la observación microscópica, se les practicó un tratamiento químico rápido con el objeto de eliminar materiales cementantes y películas coloidales de los granos de minerales. Se determinó la frecuencia relativa de aparición de los minerales livianos y pesados (P. e. 2.8) a través del perfil de suelo, descartándose la fracción arcillosa ya que escapa a la observación con el microscopio petrográfico. Junto a las determinaciones mineralógicas se llevaron también las de textura al tacto, algunas fisicoquímicas y químicas: pH, sales, calcáreo y materia orgánica.

Dicho estudio permitió establecer:

1) Límites de discontinuidad en la sedimentación de las distintas capas que constituyen el perfil, la que habría tenido lugar bajo distintas condiciones.

Las capas profundas se descartaron del perfil edafológico propiamente dicho, pasando a representar las mismas el yaciente o roca subyacente del suelo. Dichas capas están constituídas por sedimentos fluviales, aunque correspondientes a distintas depositaciones. Sobre la más profunda, una capa de rodados con intercalaciones arenosas, habría sido depositada por corrientes de menor velocidad y caudal, una capa arenosa y otra más limosa en la que se diferenció después la parte superior por un ulterior proceso de alteración.

Así parecen indicarlo las distintas características mineralógicas: variación de frecuencia de los minerales livianos y pesados, sobre todo la de estos últimos; además, forma, angulosidad (mayor la correspondiente a las tres primeras muestras), tamaño, características de superficie de los granos, estado de alteración, etc.

Un cambio de régimen parece señalar la parte superior de la última capa correspondiente al yaciente, horizonte D, particularmente rica en carbonatos.

Sobre ésta se iniciaría el aporte de los sedimentos de acarreo de la barda.

2) Un sedimento arenoso constituiría la roca madre del suelo, horizonte C. La profundidad de ésta y con ella la del perfil, varía en los distintos lugares, siendo generalmente de 0.55 a 1.50. Se trata de un sedimento rojizo castaño, que sería el producto de la erosión hídrica y deflación de la arenisca tobáceo-arcillosa que forma parte de la barda.

3) Se comprueba que la asociación de minerales pesados propia de estos suelos es: "hornblenda-hipersteno-granate", que se repitió también en los materiales de la barda estudiados.

4) Se evidencia la contribución de los mismos materiales en la formación de los sedimentos estudiados; habrían variado sólo las condiciones de depositación de los mismos. Ellos forman parte de los espesos mantos de amplia extensión en la parte oeste de las provincias de Río Negro y Neuquén, que han recibido el nombre de "Estratos con Dinosaurios".

5) Se definió el proceso de evolución del suelo, se diferenciaron sus horizontes, de acuerdo a sus características mineralógicas, sobre la base principal de la variación de frecuencia de los minerales pesados.

En la fracción liviana son los constituyentes más abundantes: los feldespatos, ya sean frescos o alterados; generalmente alterados en caolinita. Entre los frescos predominan los granos de una plagioclasa: oligoclasa.

Dentro de la fracción liviana le siguen en orden de abundancia los restos de rocas, principalmente rocas porfiríticas; minerales alterados y vidrio volcánico. Entre otros: cuarzo, yeso y calcedonia. La presencia de abundante vidrio volcánico y las particulares condiciones climáticas condicionan la formación de la montmorillonita.

En la fracción pesada son los constituyentes más abundantes: hornblenda verde e hipersteno, granos opacos y óxidos de hierro. Entre otros: granate, zircón, turmalina, titanita, rutilo, biotita, calcita, etc.

A través de la frecuencia relativa de los minerales, ya sea en la fracción pesada o liviana, se constata un proceso continuo de alteración de minerales, resultado del proceso pedogenético particular, interferido sólo algo, en la capa superficial, por el acarreo actual. Existe un aumento progresivo de

frecuencia, en la fracción liviana, de feldespatos alterados, a expensas de la disminución de los frescos; y en la fracción pesada un aumento progresivo en la relación de minerales ferromagnésicos alterados.

Se diferenció en el perfil un ligero horizonte de iluviación: B. A veces este horizonte se hace más manifiesto y adquiere más compacidad, pero ello ya no es debido a un proceso normal pedogenético, sino a degradación por salinización. Los suelos sometidos a riego y de deficiente drenaje, común en esta zona, al aumentar su concentración en sales y empeorar sus condiciones físicas, sufren el arrastre de las partículas dispersas hacia abajo, originando un horizonte de tal compatibilidad que hasta crea una seudonapa superficial de agua (a los 0,40 m); tal es el caso de algunos suelos del área estudiada.

Se definió además un horizonte A, enriquecido en vidrio volcánico y restos de rocas, principalmente porfíricas, consecuencia del acarreo actual. El horizonte C que está representado por la arenisca tobáceo-arcillosa, que ya tiene carácter salino como constituyente de la barda.

6) El carácter salino de los suelos está dado, además, por la naturaleza de la roca madre, por el aporte del lavado de las aguas que disuelven las sales de los demás sedimentos que constituyen la barda (producto por otra parte del avanzado proceso de alteración que presentan gran parte de sus minerales) y por las pobres condiciones de drenaje común en la zona.

7) Tienen una alta fertilidad potencial, pues poseen una buena reserva mineral en feldespatos (frecuentemente alterados) y minerales ferromagnésicos, principalmente.

8) A modo de antecedente, para el estudio actualmente en marcha, de clasificación de los suelos del Alto Valle del río Negro, como medio para un adecuado uso y selección de técnicas de manejo, puede decirse:

Son suelos de buen valor agrícola, sólo que, al aumentarse en ellos el original contenido salino, por deficiencia de drenaje y mal uso del agua de riego, tiene lugar, como ya se señalara, un empobrecimiento de sus condiciones físicas que afectan su dinámica y así todos los procesos de nutrición vegetal. Pero son redimibles mediante un adecuado avenamiento y prácticas de laboreo especiales, particularmente abonos verdes, que contribuyen a mantener o proveer una buena estructura.



*Composición mineralógica de la fracción arena de algunos suelos de Mendoza*: E. A. Fernández y L. Nijensohn.

*González Bonorino*: ¿Qué porcentaje de vidrio tienen esos suelos?

*Nijensohn*: El porcentaje de vidrio en el perfil "Chacra de Coria" oscila entre 1.6 a 9.0 % de la fracción liviana, la que a su vez constituye el 77 % de los minerales del suelo; es decir, que el 22,2 % de la capa superficial del suelo de dos perfiles de "Chacras de Coria", por lo menos, está constituído por minerales pesados. Dentro de esos límites están prácticamente los otros dos perfiles estudiados. En Monte Caseros el vidrio oscila entre 6 y 21 % en una sola muestra, y en Santa Rosa entre 3 y 14 %. Quiero hacer la salvedad que hay zonas de Mendoza donde los vidrios constituyen prácticamente todo el suelo; cerca de la ciudad de Mendoza, en el distrito Borbollón del departamento Guaymallén, existen depósitos de vidrio volcánico que se explotan industrialmente como detersivos. Pero en los perfiles estudiados, que corresponden a zonas agrícolas, son éstas las proporciones y las consideraciones importantes.

*González Bonorino*: ¿En qué proporción se encuentran las plagioclasas?

*Nijensohn*: Entre el 10 y el 20 % de la fracción liviana.

*González Bonorino*: ¿Qué composición tienen?

*Nijensohn*: No se hizo un estudio muy detallado, pero generalmente son sódicas y calcosódicas.

*González Bonorino*: Es posible que esas plagioclasas hayan venido junto con el vidrio como material piroclástico y que la plagioclasa, que es fresca, tenga un origen distinto al feldespato potásico, que es alterado. En ese caso se explicaría la falta de alteración de la plagioclasa, porque se trata de un material más nuevo, que haya llegado a raíz de las erupciones volcánicas recientes.

*Nijensohn*: Hay dos fases en este proceso. En la primera fase, o sea, la depositación dentro de la cuenca del río Mendoza, no podría contestarla en este momento; ahora en lo que respecta a la segunda fase, o sea a la depositación dentro del perfil, es evidente que es simultánea, porque está

integrando una misma capa estratigráfica dentro del perfil, homogéneamente mezclada.

*López Alaniz*: ¿Se refiere al mismo problema? ¿Sugiere que el proceso puede ser como venido junto con el vidrio, o no?

*Nijensohn*: Por ahora no podemos adelantar conclusiones a ese respecto, pero hemos iniciado un estudio de la cuenca.

*Mulhmann*: ¿Tomó el índice de refracción del vidrio?

*Nijensohn*: Sí, los vidrios son predominantemente ácidos.

*Etchevehere*: ¿Considera Ud. como azonales esos suelos? ¿Hacia dónde consideran Uds. que están evolucionando esos suelos? ¿Hacia qué grupo?

*Nijensohn*: Podríamos decir que es una evolución antropogénica inducida por el cultivo y el prolongado regadío, siendo demasiado joven en el tiempo como para poder ya perfilarse líneas concretas y avanzadas de evolución; probablemente tiendan a la formación de un horizonte superficial con incipiente acumulación de materia orgánica.

*Etchevehere*: ¿Se ha hecho un estudio petrográfico en profundidad?

*Nijensohn*: Sí, hasta encontrar el subsuelo francamente ripioso, constituído por rodados, escombros, blocks, material grueso totalmente de subsuelo. Una de las manifestaciones de esa evolución es la descomposición de minerales férrico-magnésicos con acumulación de los productos de esa descomposición, que se observa en el suelo de ''Chacras de Coria'' y no en el todavía virgen de Santa Rosa y el muy recientemente cultivado de Monte Caseros.

*Reichart*: ¿En ese suelo de Monte Caseros, de elevada productividad y que muestra una cierta correlación con el contenido de apatita incluída en mica y elevado contenido de feldespato potásico, se han hecho estudios de fertilidad por algún otro método, sea por análisis químico o ensayos de fertilización?

*Nijensohn*: Este suelo ha sido incluído en el estudio correspondiente al calibrado de métodos químicos mediante ensayos a campo. Puedo anticipar, con todo, que a través de los métodos químicos se revela una notabilísima diferencia respecto al suelo de ''Chacra de Coria'', especialmente en fósforo.

*Reichart*: ¿Se concluye que ése es el factor que limita en aquellos suelos la productividad?

*Nijensohn*: Por lo menos es uno de los factores.

*López Alaniz*: ¿En qué mica se halla incluída la apatita?

*Nijensohn*: Muscovita.

*López Alaniz*: Con relación a la biotita, ¿la muscovita es de alteración más lenta?

*Nijensohn*: Efectivamente, la muscovita es más lenta en condiciones medias, posiblemente en cualquier condición, pero yo hice la salvedad que cuando estos suelos ''crudos'', azonales, se ponen bajo cultivo intensivo y de regadío, empieza a incrementarse en gran forma su descomponibilidad. Hemos constatado que en Mendoza la mica muscovita predomina notablemente sobre la biotita.

*Mineralogía de los suelos de Plottier, provincia de Neuquén*: Y. L. de López Alaniz.

*González Bonorino*: ¿La caolinita era bastante abundante como para separarla?

*López Alaniz*: Sí, bastante abundante.

*González Bonorino*: El punteado o polvo que oscurece los feldespatos posiblemente no sea caolinita, a pesar de que ése es el nombre que se le suele dar; más bien es una mezcla de materiales amorfos.

*Mulhmann*: ¿Pudo determinar granates?

*López Alaniz*: Posiblemente dos tipos de granate; si se deseara hacer una clasificación para asociar distintos tipos de suelos, habría que determinar muy bien la variedad del granate.

*González Bonorino*: ¿Esos granates se encuentran en las rocas de la barda?

*López Alaniz*: Sí, en las rocas de la barda y en el suelo, entre los minerales pesados del perfil.

*Mulhmann*: ¿Qué características presentaba ese granate al microscopio?

*López Alaniz*: De superficie generalmente excavada con una forma redondeada; una superficie particular como ofrecen los granates rosáceos.

Si dentro del panorama científico es la edafología una disciplina relativamente nueva, más nueva es aun la petrología aplicada a ella.

Dentro del campo de estudio de la petrología y, en especial, de la sedimentación, ya que la transformación de la roca madre en su evolución pedogenética está vinculada especialmente a ella, fue necesario hacer un criterio de estudio que llevara satisfactoriamente a la elucidación de las incógnitas planteadas en la investigación de los suelos. El alcance de la petrología no debe ir tan sólo a un mero inventario de los minerales y de los minerales índices, indispensable para su estricta ubicación sistemática en las unidades de clasificación de suelos, o delimitar asociaciones, sino que debe orientarse hacia el esclarecimiento de la dinámica propia de los suelos, ya que la mineralogía, por medio del estudio de los minerales arcillosos, su naturaleza y propiedades, representa el único medio de entrar en el conocimiento de la fisicoquímica del suelo, que se proyectará después directamente en el de la fisiología de las plantas y sus procesos de nutrición. Cooperará así estrechamente en los estudios de fertilidad.

En cuanto al estudio de las fracciones más gruesas: limo fino y grueso y arena (principalmente arena fina), adquiere sólo importancia cuando se trata de hacer evaluación de la fertilidad potencial del suelo, es decir, de sus reservas en elementos minerales nutrientes, y aumenta su valor en especial en el estudio de suelos aluviales, de zonas áridas y semiáridas, donde los procesos de pedogénesis son incipientes y donde realmente no existe una secuencia genética de horizontes. En este caso la mineralogía del solum y del yaciente adecúan un criterio ajustado de clasificación, como puede advertirse en los trabajos presentados: *Composición mineralógica de la fracción arena de algunos suelos de Mendoza* (correspondiente a la región alta del río Mendoza y a la del bajo Tunuyán, de G. Fernández y L. Nijensohn, y *Mineralogía de los suelos de Plottier, prov. de Neuquén* (dentro de la gran zona del Alto Valle del río Negro, próxima a la confluencia de los ríos Limay y Neuquén, en el valle correspondiente al primero), de Y. L. de López Alaniz.

En estos trabajos, se pone de manifiesto la preocupación de los autores con respecto a la cuantificación de los resultados, ya que la enunciación y detalles cualitativos de las especies minerales no son, por sí solos, suficientes elementos de juicio para la interpretación de los problemas, ya sean de génesis o de fertilidad. Su estimación de la frecuencia de presencia y su error estadístico en el recuento, deben tenerse en cuenta para que los valores tengan un moderadamente estricto resultado de significancia. Este recuento se hace más completo cuando va acompañado por la distribución de frecuencia de las fracciones granulométricas, dada la sensibilidad de la fracción arena fina y limo para pequeñas variaciones de intensidad de las corrientes deposicionales.

En dichos trabajos, además, se hacen planteos acerca de la mineralogía de los suelos vinculada a la capacidad productiva, basados en la presencia de minerales útiles para la fertilidad, interesándose no sólo por la naturaleza, sino por el estado particular en que se encuentra (estado de alteración de los mismos). Se señala la presencia en algunos suelos mendocinos de apatita incluída en muscovita y común a ambas zonas de Mendoza y Alto Valle (Río Negro) y la predominancia de feldespatos, aunque de distinta naturaleza y muy alterados.

En suma: se define la roca madre, procesos de formación y diferencias deposicionales en los suelos, sus calificaciones de fertilidad potencial e hipotética de la actual; se señala qué minerales típicos constituyen la fracción pesada, ya que dentro de los minerales pesados (p. e. 2,85) se encuentran generalmente minerales resistentes que subsisten al ciclo de temperización y que por ello pueden constituirse en minerales índices, indispensables para aclarar problemas de procedencia y grado de temperización de los horizontes, sobre la base de una relación matemática establecida en función de la cantidad de dicha fracción pesada. Por ello se anotaron la asociación de minerales pesados propia de esos suelos y se establecieron diferencias con otras zonas del país.

Corresponde ahora, sobre la base de los trabajos de petrología de los suelos con que se cuenta en el país, señalar las siguientes consideraciones que se creen de interés para las futuras investigaciones en este aspecto:

1) Se estima que en todo trabajo completo de clasificación de suelos debe incluirse, en carácter de indispensables, análisis mineralógicos. Las comisiones a cargo de dichos estudios deberían perseguir objetivos comunes, a fin de que las tareas de

investigación tengan continuidad y para obviar el escaso número de técnicos de que se dispone.

A fin de delimitar asociaciones de suelos, sería de apreciable utilidad determinar la serie mineral o minerales índices de las especies de minerales pesados para las grandes unidades de suelos definidas en el país; ello contribuirá en gran medida a su ajustada sistemática. Debe tenerse en cuenta en este estudio, el establecer diferencias varietales y aun diferencias de hábito, características de superficie de los granos, dado el carácter ubiquitario de dichos minerales.

2) Se subraya una vez más, que debe seguirse siempre en todo trabajo petrográfico, la tendencia moderna de un criterio cuantitativo y estadístico, para la significancia de los resultados, aplicable a la distribución de frecuencia de minerales y de fracciones granulométricas en los distintos horizontes del perfil de suelo.

3) Conviene tener presente siempre a los minerales, como fuente de elementos nutrientes; así, en el estudio de la composición de los suelos debe ponerse especial atención en la determinación de minerales portadores de los mismos, y las características en que se encuentran, como se señalara antes, principalmente estado de alteración. De esa forma podría darse un diagnóstico más, en cuanto a su estado de asimilabilidad, que complementaría al químico. Debe intentarse siempre el planteo de sus vinculaciones a problemas de fertilidad, a fin de contribuir en este aspecto, muy poco conocido aún.

La determinación de la naturaleza de las inclusiones de los minerales, algunos muy útiles (apatita, wavelita) portadores de macronutrientes y generalmente ricos en elementos menores, interesan por su pequeño tamaño y por quedar libres en la desintegración y alteración de los granos.

Puede interesar también la determinación de algunos otros minerales en los suelos, por problemas especiales y ulteriores de manejo; así, por ejemplo, yeso en los suelos salinos.

4) Un campo aun poco estudiado y al que debería darse impostergable importancia, sería el estudio de las arcillas. Todo estudio mineralógico de los suelos puede tildarse de incompleto, sin el estudio de los minerales arcillosos. En este aspecto deberán capacitarse técnicos, no sólo en la determinación de las arcillas por su naturaleza misma, sino en el conocimiento de sus propiedades fisicoquímicas, para poder contribuir de ese modo a la interpretación cabal de los problemas de fertilidad y nutrición vegetal. Deberían arbitrarse los medios, entonces, ya sea en cuanto a materiales se refiere y a la capacitación de técnicos.

# SESIÓN DE LA COMISIÓN VIII. — VARIOS

*Presidente*: JUAN PAPADAKIS
*Secretario*: MARCOS TSCHAPEK

## El valor geopónico por la condición del suelo y la influencia meteórica

(*Trabajo*)

PRIMO LÓPEZ BARRETO

1) Previas recordaciones sobre los factores determinantes de las condiciones ecológicas del conjunto espacial de la Argentina y la caracterización de cada paisaje, se ha partido del aporte meteórico, para definir a su vez las condiciones geopónicas y antrópicas que identifican a cada una de las zonas en que se divide el país.

2) Se explica que el panorama geográfico argentino presenta en su variado paisaje, superficies tan contrastantes, *que se complementarían en su producción, si una racional planificación lograra su ordenamiento socialeconómico* basado en las manifestaciones de sus necesidades y en las mutaciones de las circunstancias que inciden sobre los elementos de producción y de consumo.

3) En apoyo de dicha tesis, se recuerda el cotejo de S. W. WOOLDRIDGE y W. G. EAST en *The Spirit and purpose of Geography* sobre las superficies contrastantes de Francia (al igual que las de nuestro país) y la uniformidad física de las de Hungría, que definen respectivamente, una *base económica sólida y una drástica limitación.*

4) Luego se destaca que para realizar esa *planificación racional,* es necesario *contar en primer término con la ilustración cartográfica,* donde las isohipsas definan la condición de los elementos a que debe echarse mano, y que la nomenclatura empleada, tienda a la universalidad para que de su lectura no sólo salga una buena traducción, sino también una buena interpretación.

A dicha universalidad debe tenderse también en la elección de las escalas cartográficas.

5) No se duda, se expresa, que la vegetación natural es una eficaz registradora de clima, cuyas selvas, praderas y desiertos, revelan concordancias inequívocas con las condiciones atmosféricas, aunque su distribución —florísticamente hablando— sea en parte un problema geológico, cuyos agentes principales son el viento y la lluvia. De ahí la vinculación de la Geología con la Edafología en el estudio Ecológico y Geopónico.

6) Se hace notar, luego, que aun cuando la vegetación natural es una fuente indicadora de clima por sus concordancias con las condiciones atmosféricas y, aunque el viento y la lluvia sean agentes geológicos, *el clima no cambia, por más que las condiciones atmosféricas cambien.* (*Manual of Meteorology,* Sir N. SHAW; *The Spirit and purpose of Geography,* S. W. WOOLDRIDGE y W. G. EAST; *Physics Meteorological,* J. JAGSICH). Agregando que, a lo expresado con respecto a la vinculación de la Geología con la Edafología, se debe aclarar (para que se interprete bien al autor) que la morfología del suelo *no es una repetición de la configuración geológica* y que en la evolución de *todo perfil edáfico,* intervienen factores externos, como la topografía, el clima, la vegetación y la edad fisiográfica del paisaje.

7) Con el trazado de las isohietas que ilustra el croquis nº 4 *, quedan definidas las formas de realización del riego de cada zona, tanto en el campo geopónico como en el antrópico. De dichas formas (riego natural o artificial) surgen, el tipo de agricultura y de instalación humana (extensiva o intensiva y proletaria o propietaria).

8) Se entra luego a relacionar las aptitudes de los suelos conforme ilustra el croquis nº 12 *, con la posición del agua freática en las zonas de riego artificial para hacer notar —sin descontar la influencia solar— sus posibilidades de mejoramiento. Complementa una planilla de composición.

9) Como la incidencia solar, *unida a las condiciones de la superficie del suelo* es un elemento determinante de las precipitaciones pluviométricas, por su influencia en la sequedad del aire, se ha ilustrado con los croquis nºs. 1, 2 y 2 bis *, las posiciones del extinguido Mar de Las Salinas y del

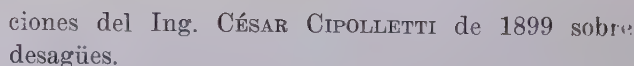
* En el trabajo *in extenso.*

Océano Atlántico antes de su regresión motivada por el diastrofismo andino, haciendo notar que la zona más árida y calurosa es la comprendida por esas ocupaciones marítimas, que ilustra la franja 3 del croquis nº 3 *, caracterizada por la vegetación espontánea xerófila.

10) Al tratarse de los factores que influyen en la

peso del testigo recién extraído y luego de su desecación por estufa.

11) Luego se clasifican los suelos y sus aptitudes para los distintos cultivos vinculando la misma con la posición y movimiento del agua freática, en que se citan las velocidades aproximadas que facilitan la desalinización por el lavado, haciéndose recorda-



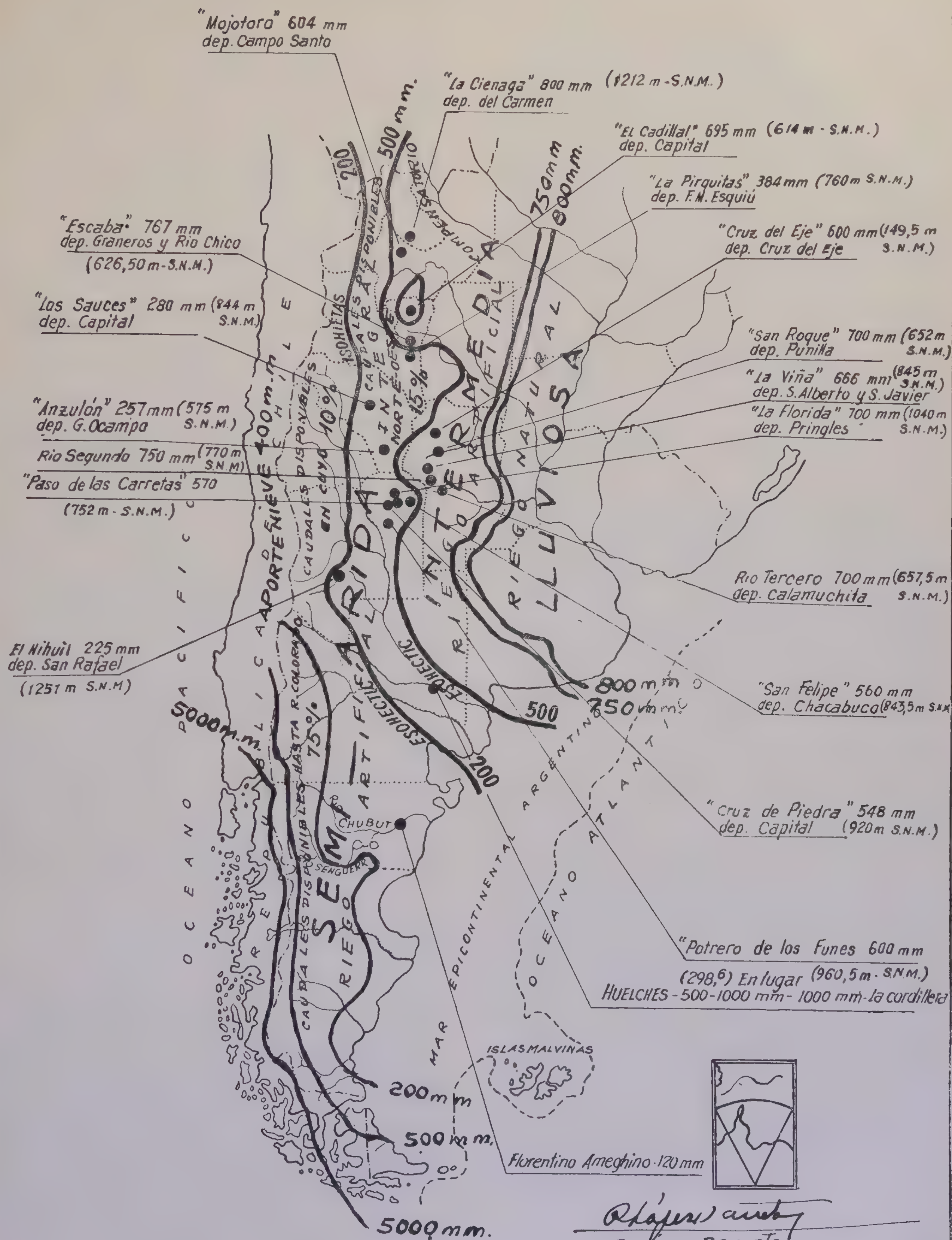

evaporación del agua de los suelos, se hacen notar los inconvenientes de su medición por aparatos eléctricos de escasa precisión y la tendencia actual universal, de medir la humedad por diferencia del

* En el trabajo *in extenso*.

ciones del Ing. César Cipolletti de 1899 sobre desagües.

12) Se relacionan valores de caudales de algunos ríos de la zona de influencia del Mar de Las Salinas a distintas alturas sobre el nivel del mar, con los promedios anuales de precipitaciones pluviométricas.

# CROQUIS nº 7



"Mojotoro" 604 mm
dep. Campo Santo
"La Cienaga" 800 mm (1212 m -S.N.M.)
dep. del Carmen
"El Cadillal" 695 mm (614 m - S.N.M.)
dep. Capital
"La Pirquitas" 384 mm (760 m S.N.M.)
dep. F.M. Esquiú
"Cruz del Eje" 600 mm (149,5 m S.N.M.)
dep. Cruz del Eje
"Escaba" 767 mm
dep. Graneros y Rio Chico
(626,50 m - S.N.M.)
"Los Sauces" 280 mm (844 m S.N.M.)
dep. Capital
"San Roque" 700 mm (652 m S.N.M.)
dep. Punilla
"La Viña" 666 mm (845 m S.N.M.)
dep. S. Alberto y S. Javier
"La Florida" 700 mm (1040 m S.N.M.)
dep. Pringles
"Anzulón" 257 mm (575 m S.N.M.)
dep. G. Ocampo
Rio Segundo 750 mm (770 m S.N.M)
"Paso de las Carretas" 570
(752 m - S.N.M.)
Rio Tercero 700 mm (657,5 m S.N.M.)
dep. Calamuchita
El Nihuil 225 mm
dep. San Rafael
(1251 m S.N.M)
"San Felipe" 560 mm
dep. Chacabuco (843,5 m S.N.M.)
"Cruz de Piedra" 548 mm
dep. Capital (920 m S.N.M.)
"Potrero de los Funes 600 mm
(298,6) En lugar (960,5 m - S.N.M.)
HUELCHES - 500-1000 mm - 1000 mm - la cordillera
Florentino Ameghino 120 mm
500 mm.
200
750 mm
800 mm.
5000 mm.
800 mm
750 mm
500
200
200 mm
500 mm.
5000 mm.
OCEANO PACIFICO
OCEANO ATLANTICO
MAR EPICONTINENTAL ARGENTINO
ISLAS MALVINAS
CHUBUT
SENGUERR
CHILE
REPUBLICA
ARIDA
SEMI ARIDA
INTERMEDIA
LLUVIOSA
RIEGO ARTIFICIAL
RIEGO NATURAL
RIEGO ARTIFICIAL
COMPENSATORIO
CAUDALES DISPONIBLES
CAUDALES DISPONIBLES EN CUYO 10%
CAUDALES DISPONIBLES HASTA R. COLORADO 75%
APORTE NIEVE 400 mm
INTERNORTE OESTE 15%
ESOHIETAS
P. López Barreto

13) Luego se vinculan las condiciones geopónicas por el sistema de riego, a los distintos tipos de suelo y posición y escorrentía del agua freática, para llegar a insinuar la limitación de ciertos cultivos con riego por "inundación" o directamente su reemplazo por otros que requieren el sistema de "palangana" por la economía del agua y mayor cotización de sus productos; para llegar a las regulaciones de caudales superficiales por medio de "presas de embalse" cuya posición ilustra el croquis nº 7, que *además de asegurar la superficie regable, permiten atenuar la erosión pluvial y la avulsión fluvial, en los ríos de régimen torrencial, sobre todo cuando los embalses son frontales.* Se ilustra el efecto del aluvión con fotografías tomadas en el curso del río Salado en Santiago del Estero, especialmente con las nos. 26 * y 44 *, destacándose el peligro de la sedimentación o aluvión al favorecer el cambio del curso natural de las aguas utilizadas para riego.

14) Se llega luego a las conclusiones en que se hace notar la estrecha vinculación de los suelos y el producido geopónico con el aporte pluviométrico y la influencia térmicosolar, reproduciendo cifras concretas de determinados lugares, sobre el rendimiento en kilogramos de trigo por hectárea sembrada, que en un lapso de 10 años se registraron disminuciones en proporción directa con la merma de precipitaciones pluviales. Se insinúa la coordinación entre los organismos estatales de tales competencias, sobre todo porque esa coordinación ha sido dispuesta por Ley del Congreso, que por ser tal, es Ley Suprema de la Nación; para presentar una ponencia en ese sentido, como una aspiración "general de la reunión", con lo que se evitarían interferencias que incidirían desfavorablemente en los presupuestos respectivos, dado que surgirían estudios esporádicos sin ningún resultado práctico. Insinuándose, además, la conveniencia de realizar un estudio pedológico de los suelos, *o sea que se llegue al conocimiento de los mismos (suelos) en todos sus aspectos;* presentándose otra ponencia en este sentido, *dados los resultados logrados por el autor, con los estudios relacionados con el suelo-cemento, bases de sustentación de edificios y obras de arte para riego en Catamarca, pistas de aeródromos en Frías (Santiago del Estero) y, en especial, por los logrados por el profesor académico ingeniero don Mauricio Durrieu en el estudio del suelo "huidizo"* para la realización de la *solera rígida de los edificios del Colegio Nacional y Comisión del Paraná Inferior, en Paraná (Entre Ríos); y suelo de la medianería entre "Otero y Fernández",* (Laudo Arbitral de la Suprema Corte de Justicia de la Nación) en la Capital Federal, quien fuera su maestro y amigo.

* En el trabajo *in extenso.*

## Uso y necesidad de fertilizantes

*(Trabajo)*

MANUEL ELGUETA G.

INTRODUCCIÓN.

En 1956 el autor tuvo oportunidad de estudiar los diversos problemas de la producción agropecuaria argentina como miembro de la Misión que CEPAL enviara a este país en ese año.

Uno de los problemas básicos que resaltaba con dramática intensidad, era el de los rendimientos decrecientes en la mayoría de los cultivos y la disminución de la capacidad de carga animal de sus campos de pastoreo.

Los suelos mal usados y sin que se repongan los elementos que extraen las plantas, han ido paulatinamente perdiendo su fertilidad primitiva. Los campos de pastoreo se han cubierto de malezas que disminuyen la superficie útil de las plantas forrajeras compitiendo con éstas por los elementos nutritivos disponibles.

El estudio que hizo el autor sobre la fertilización de los suelos en Argentina, es el trabajo que se presenta a esta Reunión. Por no haber sido actualizado, sus datos y valores están atrasados. Sin embargo, la situación que ellos presentan parece no haber variado sensiblemente. Por esta razón este trabajo puede servir para provocar una discusión útil acerca de este problema de importancia fundamental para el mejoramiento de la producción agropecuaria argentina.

EMPLEO ACTUAL DE FERTILIZANTES.

La agricultura extensiva en la Argentina no usa fertilizantes. Según las informaciones recogidas de productores de abonos, el consumo anual alcanza a unas 80.000 toneladas en todo el país, correspondiendo a tortas oleaginosas (25.000 toneladas) y salitre de Chile (15.000 toneladas) las más altas cifras. Le siguen los superfosfatos, sulfato de amonio, huesos molidos (con 10.000 toneladas c/u.) y finalmente guano y cloruro de potasio.

La distribución del consumo de estos fertilizantes

sería la siguiente: caña de azúcar, 25.000 toneladas; viña y frutales, 20.000 cada uno; hortalizas, olivos, arroz, 12.000 y tabaco, 3.000 toneladas.

Tomando de base la lista primera, evidentemente incompleta porque no toma en cuenta elementos como harina de carne y de astas y pezuñas, que pueden estos últimos estar comprendidos en la de huesos molidos, tendríamos la siguiente distribución del uso de elementos fertilizantes: nitrógeno 6.540 toneladas, fósforo 4.650 toneladas y potasio 2.720 toneladas.

Aunque estos cálculos no son muy exactos, representan sin embargo una situación real, indicadora del escaso nivel que ha alcanzado la fertilización en este país.

### Necesidad de fertilización.

En la Argentina no se da a la fertilización de los cultivos la importancia que tiene, debido a que la economía de la producción ha resultado hasta ahora satisfactoria. Las prácticas extensivas en terrenos planos han producido rendimientos pobres, pero a costos de producción muy bajos por unidad de superficie.

Frente al problema de la urgencia de intensificar la producción, la necesidad de un mayor uso de fertilizantes debe pasar a primer plano.

En la actualidad hay una tendencia general a una disminución de los rendimientos medios de los diferentes cultivos. Salvo trigo, casi sin excepción el resto de los cultivos muestra esta tendencia.

Mayores rendimientos sólo se podrán conseguir mediante semillas mejoradas, labores eficientes y oportunas, rotaciones apropiadas, fertilizantes y control de enfermedades y pestes. Entre todos estos factores el que tiene un carácter limitante más fuerte en las presentes circunstancias, es el de los fertilizantes.

El tipo de agricultura extensiva que existe en el país, el capital que esto envuelve y las dificultades mismas de transporte y distribución, hacen que el problema resulte de muy difícil solución.

Sin embargo, las circunstancias mismas llevarán al país a adoptar la fertilización de sus campos. No es posible que suelos de la calidad de los de Balcarce produzcan rendimientos medios en papas de 6.000 kilogramos por hectárea.

Dadas las condiciones del país debe esperarse que la primera prioridad en relación con elementos nutrientes debe tenerla el fósforo. No significa esto que se desestime la importancia del N y del K. Ambos deben jugar un importante papel.

Con respecto al potasio parece existir reservas considerables de este elemento en la mayoría de los suelos del país. Sólo en condiciones especiales, que las indicarán los ensayos, el potasio desempeñará un papel importante. Sin embargo, la intensificación de la producción traerá en el futuro una necesidad real de este elemento.

Para mantener un alto nivel de producción de tierras en cultivos o en praderas es imprescindible devolver en fertilizantes los elementos que se extraen de los suelos.

El proceso de la fertilización, rotación y productividad es una verdadera reacción en cadena. De esta cadena no puede sin embargo eliminarse nunca la fertilización química periódica. Sin ésta se rompe el ciclo y declina irremediablemente la fertilidad. En el país hay pocos antecedentes de ensayos de campo que den una idea clara de la magnitud del problema.

Reichart [1] indica que ensayos de abonamiento en trigo, maíz y alfalfa ponen en evidencia "que el uso de abonos desde el punto de vista exclusivamente técnico es aconsejable, y que de los elementos el fósforo y el nitrógeno ocupan los lugares prominentes".

A esto debe agregarse que hay experiencias favorables del uso de fertilizantes en caña de azúcar, viña, frutales, hortalizas y tabaco hechos en la Estación Experimental Agropecuaria de Villa Alberdi, Tucumán.

Se ha podido obtener además los datos de unos ensayos en macetas hechos por el Ing. Manfredo Reichart, en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, en suelos traídos de Balcarce, Pergamino y Rosario, considerados como los más productivos del país.

Un ensayo en macetas no corresponde en realidad a un ensayo de campo. Las diferencias entre el testigo y los diferentes tratamientos tienden a ser menores por los muchos factores que influyen en un ensayo de campo.

Sin embargo, una conclusión clara que fluye de estos ensayos es que los suelos responden extraordinariamente al fósforo y al nitrógeno. De sus resultados se desprende que ambos elementos interactúan

---

1 Manfredo A. L. Reichart: *Mejoramiento de los Suelos Pampeanos.* Conferencia dada en el simposio sobre "La Fertilidad del Suelo Pampeano" en la Sociedad Argentina de Agronomía, en 1951.

produciendo juntos más que la suma de los aumentos que producen separadamente.

Al dar prioridad al fósforo en la estimación de la necesidad de fertilizantes sólo se hizo teniendo presente la posibilidad de conseguir parte del nitrógeno por una rotación apropiada que incluye leguminosas.

Indudablemente que los ensayos citados no pueden tener valor definitivo. Sólo pueden tomarse como una indicación más de la importancia que tienen los fertilizantes.

### Comparación con otros países.

Se tomarán como base de comparación solamente tres países: Chile, Uruguay y Estados Unidos.

A pesar de que Chile es productor de N, con el salitre, el consumo principal es de fósforo, que alcanza a 30.000 toneladas de unidades $P_2O_5$ contra 16.320 de N y 1.900 de $K_2O$. El consumo anual de abonos es de 254.000 toneladas en una superficie cultivada de más o menos 1.500.000 ha, entre cultivos anuales, viñas y frutales, y otras 600.000 ha de praderas artificiales.

En Chile hay ejemplos de recuperación de fertilidad de suelos que habían sufrido un intenso proceso de erosión y que en relativamente pocos años habían perdido su capa vegetal. Mediante el uso de abonos fosfatados y la siembra de una leguminosa asociada con el trigo y mantenida después como pradera artificial[1], los rendimientos de trigo subieron gradualmente de 700 kg/ha, que era el promedio de la región, hasta 2.500 kg/ha. El proceso de recuperación de fertilidad duró no más de diez años y fue gradual.

En Uruguay, el incremento del uso de los abonos es muy reciente, y en muy pocos años el consumo ha pasado de menos de 20.000 toneladas anuales antes de 1950 a más de 46.000 que se usaron en 1955. El Gobierno ha seguido una política interesante para estimular el uso de abonos que consiste en subvencionar el precio con el 30 % de su valor.

Los fertilizantes se usan de preferencia en los cultivos de papas, en alfalfa y en pasturas naturales.

En unas demostraciones dadas por el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Zona Sur, en el Área Demostrativa de San Ramón, se consiguieron en cuatro casos diferentes, aumentos medios de 230 % en maíz con el uso de fertilizante y de semilla híbrida.

Hoy día en los Estados Unidos se produce más en menos tierra y con menos mano de obra. Así, en 1939, 34,4 millones de hectáreas produjeron 587 millones de quintales de maíz y en 1953, 32,4 millones de hectáreas produjeron 712 millones de quintales. En el aumento de los rendimientos la fertilización ha sido un factor de gran importancia. Esto está demostrado por el aumento del consumo de elementos fertilizantes. Así, en el período 1935-39 se usaron como promedio anual 719.568 toneladas de anhídrido fosfórico, y en 1953 se usaron 2.270.750, con un área total bajo cultivo menor que el promedio de los cinco primeros años.

### Aspectos económicos del uso de fertilizantes.

Uno de los factores negativos para estimular el uso de fertilizantes en la Argentina es su alto costo. Con el objeto de poder hacer una estimación comparativa de este problema se ha buscado la manera de expresar en el cuadro siguiente algunos índices que nos dan idea clara de la situación.

*Kilogramos de unidades de $P_2O_5$ que pueden adquirirse con 100 Kgs. de diferentes productos*

| | Argentina (1) $ 6,70 m/a p/unidad | EE. Unidos (2) u$s 0,17 p/unidad | Chile (3) $ 170 m/ch p/unidad | Uruguay (4) $ 5,45 m/u p/unidad |
|---|---|---|---|---|
| Trigo | 11,0 | 44,1 | 17,0 | 39,0 |
| Maíz | 11,9 | 34,1 | 14,7 | 40,6 |
| Cebada | 8,9 | 31,2 | 17,6 | 28,0 |
| Arroz | 17,9 | 150,0 | — | 44,8 |
| Papas | 11,0 | 16,4 | — | 36,4 |
| Frijoles | — | 180,0 | 70,6 | 122,0 |
| Lino | 24,6 | 82,3 | — | 49,0 |
| Maní | 28,3 | 144,7 | — | 70,0 |
| Girasol | 19,4 | — | — | — |

1 Precio calculado sobre $ 1.275 m/a. la tonelada de superfosfato de 18 a 19 % de $P_2O_5$, puesto en Buenos Aires que rigieron en 1956.

2 Los precios de productos y fertilizantes están tomados de Agricultural Statistics 1954 y corresponden a 1953.

3 Los precios de fertilizantes están tomados de las listas del comercio en 1956. Los valores por unidad fueron los siguientes: fosfato melón 210, fosfato pelícano 160, guano rojo 140, huesos molidos 130 pesos m/ch. El valor medio de la unidad se tomó sobre la base de los totales parciales consumidos en 1955.

4 Los precios están tomados de las listas comerciales en 1956. En el Uruguay el Gobierno da un subsidio de 30 % del valor del fertilizante. De manera que los índices se rebajarían en este porcentaje de no existir el subsidio. El precio neto del superfosfato de calcio de 20 % fué de $ 89.98 m/u. la tonelada.

1 *Siete años de Investigaciones Agrícolas*, Dirección General de Agricultura, Chile, 1950.

Para poder calcular estos índices ha sido necesario llegar a precios medios de las unidades de fertilizantes, lo que no siempre ha sido fácil y lleva a un resultado que indudablemente no es exacto. Sin embargo, la otra alternativa, que sería calcular índices para cada elemento y aun fórmulas, produciría una masa de datos que oscurecería las conclusiones que se desprenden fácilmente de un cuadro sencillo. Por otra parte, las diferencias, como puede constatarse, son tan grandes que no es necesaria una mayor exactitud.

Si consideramos solamente una fertilización unilateral, con fósforo y mediana, a razón de 60 unidades por hectárea, en la Argentina para pagar el costo del fertilizante se necesitarían 500 kg de trigo de mayor rendimiento, o sea un 40 % de aumento sobre el rendimiento medio, lo cual es naturalmente muy difícil de conseguir. En cambio, en Estados Unidos se necesitarían solamente 170 kg, en Chile 353, y en el Uruguay 214 para pagar el costo del fertilizante.

En la Argentina, la mayor parte del consumo de abonos se hace a base de fórmulas compuestas, en las que entran productos orgánicos como harina de sangre y tortas de oleaginosas, además de fertilizantes químicos. Para un agricultor le es muy difícil abonar con un elemento como el superfosfato. Al tener que recurrir a fórmulas tiene que pagar más por los elementos nutrientes y además paga por algunos, como potasio, que probablemente no necesita. Es difícil calcular el valor de la unidad en las fórmulas compuestas.

Puede verse, entonces, que el problema fundamental en la Argentina es el de solucionar el factor costo del fertilizante, para mejorar la relación precio de producto-precio del fertilizante.

## Necesidad de cal.

En la Argentina, las regiones húmedas tienen en general un problema de deficiencia de calcio que sería necesario investigar.

Zaffanella[1] expresa que en Pergamino "suelos cansados" elevaron sensiblemente sus rendimientos al ser encalados. Determinaciones de óxido de calcio (CaO) en el suelo pampeano indican muchos casos de descalcificación.

La alfalfa es una planta que se favorece extraordinariamente con el calcio. Sería necesario hacer experimentos sistemáticos para determinar las ventajas en la encaladura de los suelos que se van a sembrar con alfalfa. En la Argentina hay abundantes fuentes de cal. Parece que no sería difícil desarrollar aquellas fuentes que sirvieran regiones en que la experimentación indicara la necesidad de la encaladura.

Puede presumirse de antemano que el encalado será beneficioso para los alfalfares. Tomando esto como base de cálculo de necesidades, en la actualidad se remueven alrededor de 2.000.000 de hectáreas anuales, que usarían 800 kilos por hectárea de carbonato de cal, lo que daría un consumo anual de 1.600.000 toneladas de carbonato de calcio.

## Estimación de las necesidades de fertilizantes en una política de fomento de la producción

Se ha contemplado en el estudio de CEPAL, en las proyecciones a 1960, que para poder aumentar la producción ganadera junto con la agrícola, se necesitaría llegar a más de 10 millones de hectáreas de praderas artificiales, principalmente de mezclas de alfalfa y tréboles con gramíneas. El tipo de agricultura extensiva que corresponde mejor al uso de abonos es la balanceada, en la cual la rotación alterna siembras anuales con praderas artificiales.

Se puede pensar en un tipo de rotación más descansado, que podría ser oleaginosa o maíz u otra planta escardada, trigo u otro cereal de grano pequeño asociado con trébol o alfalfa y tres años de praderas de trébol o cinco de alfalfa.

Una rotación de esta clase podría cubrir siete años. Tratándose de trébol habría cuatro años de cultivos anuales. Para esta rotación, durante el período de siete años podría pensarse en una abonadura de 300 kilos por hectárea sobre la pradera. Además, sobre los cultivos anuales se necesitarían 45 kg de unidades de N. Durante los siete años el suelo recibiría 450 kg de superfosfato, y 45 unidades de N, que en salitre, por ejemplo, corresponderían a 300 kg. Como en total serían 14.000.000 de hectáreas en siete años, esto equivaldría a 2.000.000 por año, que requerirían un total de 1.500.000 toneladas. Expresados en unidades fertilizantes, se usarían 180.000 toneladas de $P_2O_5$ y 90.000 toneladas de N. Considerando el uso de fertilizantes en Estados Unidos (23.400.000 tons.) y Chile (254.000 tons.), veremos que la intensidad de uso para los 14.000.000 de hec-

[1] Marino J. R. Zaffanella: *Los elementos químicos y la fertilidad del suelo.* Conferencia dada en el simposio sobre "La fertilidad del suelo pampeano" en la Sociedad Argentina de Agronomía, en 1951.

táreas, calculados para la Argentina, es inferior a la actual de esos países para toda su superficie de cultivo.

Estas cifras dan una idea de la magnitud del problema, ya que significan un incremento del consumo de fertilizantes de prácticamente veinte veces el actual, sin llegar por esto a una situación ideal.

RECOMENDACIONES.

Sentada la premisa de que el uso de fertilizantes es uno de los factores fundamentales del aumento de la productividad agropecuaria argentina, surgen las siguientes recomendaciones:

1) Debe impulsarse un plan de investigaciones de fertilidad que cubra el territorio agrícola y que conduzca ensayos en los diferentes tipos de suelos.

2) Debe realizarse el reconocimiento de suelos dando prioridad a las áreas que presentan problemas de manejo.

3) Es necesario que el Gobierno se preocupe de la disponibilidad de fertilizantes en cantidades adecuadas y a un precio que permita mantener una relación producto-fertilizante más racional.

4) Se considera más conveniente en general el uso directo de fertilizantes, más bien que en mezclas, sobre todo cuando los ensayos indican la falta de un solo elemento. Debería estimularse de preferencia el comercio de fertilizantes simples.

5) Dada la importancia que revisten las leguminosas en la rotación, es importante que se dé también prioridad a la selección de cepas y producción comercial de bacilos radicícolas de los diferentes grupos.

## Cálculo de las temperaturas medias de localidades montañosas carentes de observaciones termométricas

(*Comunicación*)

ARMANDO L. DE FINA y LUIS J. SABELLA

En las regiones montañosas la temperatura media del aire varía notablemente de lugar a lugar, a veces a pocos kilómetros de distancia. Es imposible instalar y mantener un observatorio meteorológico en cada localidad para establecer cuál es su temperatura media.

Para resolver el problema se propone un *modus operandi* o técnica, dando una acepción muy amplia a esta última palabra.

La técnica se basa, en forma fundamental, en la determinación del gradiente vertical *mediano* de la temperatura, para la región montañosa a estudiar.

Para aplicar la técnica, se necesita una red básica de algunos pocos observatorios meteorológicos que dispongan de una serie uniforme de temperaturas medias. En el ejemplo de la comunicación se usó la serie del decenio 1941-1950.

Estos pocos datos, suficientemente elaborados, por la técnica propuesta, luego, permiten calcular la temperatura media de cualquier pueblo, villa, colonia, aldea o ciudad, *con sólo conocer su altura sobre el nivel del mar.*

La técnica, que se expone, puede ser dividida en los siguientes pasos sucesivos:

1º) cálculo de *gradiente* vertical, mediano, de la temperatura;

2º) *triangulación* termométrica de la región bajo estudio;

3º) trazado de las *isotermas,* rectilíneas, reducidas al *nivel del mar.*

4º) *cálculo de las temperaturas* medias, reales, de las localidades carentes de observaciones termométricas.

En el ejemplo que se ha seguido, fue calculada la temperatura media del mes más caluroso del año y la del mes más frío, correspondiente al decenio 1941-1950, para numerosas localidades de las provincias de Jujuy y Salta, carentes de observaciones termométricas en dicho período.

Con los datos medios que se pudieron conseguir de 19 de dichas localidades, pero de series muy heterogéneas, que van de 4 a 23 años cualesquiera de observaciones, se estima que la diferencia o discrepancia entre el valor medio *calculado* por la técnica propuesta, para el decenio de 1941-1950 y el que se habría *observado* para el decenio 1941-1950, hubiera sido inferior (generalmente muy inferior) a 1,3º C en el 95 % de las localidades para el mes más caluroso del año, e inferior (generalmente muy inferior) a 1,8º C, también para el 95 % de las localidades, pero para el mes más frío del año.

Los resultados logrados por la técnica propuesta, pueden considerarse *muy satisfactorios,* máxime si se tiene en cuenta que las 19 localidades, cuyas tem-

peraturas fueron cotejadas en condiciones tan desfavorables, se encuentran, además, ubicadas a alturas sobre el nivel del mar muy dispares: desde los 287 hasta los 4.600 metros.

## Reconocimiento agroclimático del valle del río Colorado

(*Comunicación*)

Teodoro F. A. Weber

Se llevó a cabo en un trecho del valle de unos 65 kilómetros de longitud, desde Juan de Garay hasta Melicurá (39° S, desde 64° a 64° 30′ W). El principal elemento morfológico es el valle, bordeado por el río Colorado y cercado por dos terrazas. El río posee un caudal periódico de importancia, siendo su cauce de un centenar de metros de ancho, término medio; corre hacia el oriente, bordeado por una elevada barranca en su margen septentrional. De trayectoria bastante rectilínea desde Juan de Garay hasta la localidad de Río Colorado, su curso se vuelve muy sinuoso a partir de aquí hasta Melicurá; en este último existen grandes porciones del valle bajas e inundables.

El valle, limitado al norte por el río y al sur por el borde de la terraza alta, está integrado por sucesivas terrazas fluviales. Muy estrecho al comienzo, alcanza cerca de 6 kilómetros de ancho en Colonia Juliá Echarren, para nuevamente disminuir y desaparecer sobre la margen derecha del río en Melicurá. Es casi llano y en él se encuentran bajos costeros, algunos médanos, depresiones alejadas de la influencia del río, partes salitrosas, etc. Gran proporción del mismo está dedicada a la fruti-viticultura con riego; el resto, cubierto por pradera esteparia y monte disperso, se halla ocupado con ovinos (campo ''El Gualicho''). La terraza alta es levemente ondulada, predominando el monte xerófilo; se destina a la ganadería (ovinos y muy escasos vacunos).

La zona se halla en el límite de transición entre los climas de la Pampa y la Patagonia.

Durante la mayor parte del año prevalecen los vientos del W sobre los del N, con la consecuencia de que la precipitación es muy escasa (mínima en invierno). En febrero, marzo, abril y setiembre, la mayor preponderancia del norte es acompañada por un aumento de las lluvias, cuyo máximo se registra en otoño.

La precipitación media anual es de 362,1 mm (**6**). Aplicando el método de la evapotranspiración de Thornthwaite (**8**), se establece que, salvo la estación invernal, en la cual las necesidades hídricas son mínimas, en todos los meses restantes es patente la deficiencia pluvial, que se acentúa en verano, pese a llover algo más, debido al gran aumento de la evapotranspiración. El ''índice hídrico'' obtenido (—34) ubica esta región entre los climas semiáridos (D), pero acercándose a los áridos (E). El elevado ''índice de aridez'' hallado (57) señala una gran deficiencia pluviométrica.

Usando el método de Papadakis (**4**), que se basa en el déficit de saturación, se llega a idénticas conclusiones respecto de la deficiencia pluvial. Por el ''coeficiente anual de humedad'' (0,23) la región queda comprendida entre los climas semiáridos y áridos (''xerofíticos secos y polixerofíticos''). Según la clasificación de Köppen el clima es seco de estepa.

La temperatura media anual de 15,5° C denota un clima templado a semifrío y su amplitud media anual indica una indudable continentalidad. Los veranos son suficientemente cálidos y largos y los inviernos fríos, pero no en demasía. En el pueblo de Río Colorado normalmente ocurren unas 50 heladas por año; por supuesto, ellas son más numerosas fuera del perímetro urbano y mucho más aún en las terrazas altas. La humedad relativa media (59 %) es propia de climas de ese grado de aridez, como así la tensión del vapor (10,5 mb).

Se prejuzgó que los factores agroclimáticos de mayor interés local debían ser de índole térmica e higrométrica, dado que la vecindad de la terraza alta y de un caudaloso río, necesariamente tienen que ejercer alguna influencia sobre la temperatura, la humedad y la evaporación. Para valorar el grado y alcance de esta acción se recurrió a dos tipos de información: observaciones diarias (temperaturas y evaporación) y exploraciones frigométricas. Se estimó suficiente la información a recoger en las estaciones extremas, eligiéndose 30 días de invierno y otros tantos de verano; las observaciones se llevaron a cabo en dos lapsos: del 28/VII/50 al 27/VIII/50 y del 23/I/51 al 24/II/51.

Para las observaciones diarias se seleccionaron 8 lugares representativos de situaciones características por sus condiciones ambientales, a los que se agregó el del Observatorio Meteorológico del Servicio Meteorológico Nacional.

Las *observaciones diarias* se realizaron con la máxima regularidad, instalándose un abrigo meteorológico, similar al tipo A del Servicio Meteorológico Nacional, con un juego de termómetros (común, máxima y mínima), al cual se agregó un evaporímetro PICHE durante el verano.

Las *exploraciones frigométricas* se efectuaron en las noches más frías, horas antes de la salida del sol. Aleccionados por la forma en que operaron A. PEPPLER (**5**) y W. SCHMIDT (**7**), se utilizó un "jeep", se usó un termómetro atravesando un ojal practicado en la lona de la puerta del mismo, en forma tal que el bulbo quedara afuera y la escala en el interior del automóvil. Se procuró mantener una marcha uniforme de 40 km horarios, tomando las lecturas con la ayuda de una linterna eléctrica, sin detener el vehículo; por razones involuntarias, en muchas ocasiones no se pudo cerrar el circuito prefijado. Las observaciones reunidas fueron volcadas en mapas, trazándose las isotermas respectivas.

En la zona reconocida reina el ambiente regional, que corresponde a un clima semiárido. Con los antecedentes reunidos, se comprobó que ese ambiente es alterado por el río y su valle. Teniendo en cuenta los factores agroclimáticos que se modifican localmente, se pueden individualizar cuatro ambientes. Precisando el área dominada por cada uno de ellos, se determinaron las cuatro subzonas agroclimáticas siguientes.

I) *Regional*: Reina sobre las terrazas altas que encierran el valle. El aire, bastante seco, permite un caldeamiento diurno y un enfriamiento nocturno muy intensos y, consecuentemente, se producen temperaturas mínimas y máximas acentuadas. Por el mayor perjuicio de las heladas y un mayor canon de riego para compensar la gran evaporación, esta subzona se encuentra en situación desventajosa con relación al valle, debiendo desecharse su uso agrícola y darle un destino pastoril. Por supuesto, las unidades económicas deben ser extensas.

II) *Bajos extrarribereños*: En un caso se trata de un antiguo cauce del río, actualmente seco (puesto 8) y en otro de una amplia depresión del valle (puesto 3, Campo "El Gualicho"), ambos lindando con la terraza alta. La ausencia de obstáculos (canales sobre nivel, cortinas de álamos) favorece el libre drenaje del aire frío inmediato al suelo desde las partes más elevadas, especialmente de la terraza alta, el cual se va acumulando en las porciones más deprimidas, donde se intensifican notablemente las heladas. La evaporación es algo menor que en el caso anterior. Su destino apropiado sería pastoril, forrajero y forestal, con unidades de superficies menores que la subzona precedente.

III) *Del valle*: Impera en las terrazas fluviales que se suceden desde la terraza alta hacia el río, excluído el ambiente ribereño. La gran profusión de cortinas y plantaciones arbóreas dificultan el desplazamiento del aire y disminuyen la evaporación. Por otra parte, la presencia transversal de canales sobre nivel (1 m y más) obstaculiza el deslizamiento nocturnal de las capas superficiales frías, constriñéndolas a las áreas limitadas por estos canales (puestos de observación: 5, 2 y 6). Es aconsejajable su uso para viticultura, complementada con fruticultura (Pomáceas), en unidades de mediana extensión.

IV) *Ribereña*: Comprende el río, las partes bajas costeras (lechos de inundación) y porciones inmediatas. El agua del río morigera la temperatura y aumenta la humedad del aire que se encuentra sobre su superficie. Esta masa de aire, deslizándose sobre el río, tiende a rebasarlo, pero contenida por la elevada barranca que bordea su margen septentrional, sólo puede fluir sobre el valle situado en la costa opuesta. Su estado higrotérmico atempera apreciablemente las oscilaciones térmicas, tanto en lo referente a las máximas, como a las mínimas, y, por ende, la amplitud. El mayor grado higrométrico reduce notablemente la evaporación (puestos 4, 7 y 9). Su destino más conveniente es la fruticultura (Pomáceas y Prunáceas) y horticultura. Las unidades económicas podrían ser un poco más reducidas que en la subzona "del valle", excluídas las partes inundables.

Los resultados logrados pueden ser aplicados únicamente a condiciones climáticas y geomorfológicas similares, es decir valles amplios, encerrados por terrazas altas, con un caudaloso río, en climas áridos y semifríos. Se aconseja una previa verificación con algunas exploraciones frigométricas. En valles muy estrechos, ceñidos por altas barrancas, se pasaría bruscamente del ambiente regional (terraza alta) al ribereño.

El procedimiento seguido posee la ventaja de que con sólo 60 días pudo constatarse la existencia de 4 ambientes característicos, ahorrando mucho tiempo y dinero. Aun esos 60 días son factibles de ser reducidos a 30 días invernales, siempre que no se consideren de interés las observaciones estivales, que no resultaron muy significativas, a excepción de la evaporación.


BIBLIOGRAFÍA

(1) De Fina, Armando L. y Garbosky, Antonio J. 1958: *Difusión geográfica de cultivos índices de la Provincia de la Pampa y sus causas.* Secret. Agric. y Ganad., Inst. Suelos y Agrotecnia. Publ. nº 58, 31 pp., 19 mapas, Buenos Aires.

(2) De Paul Fantini, Antonio. 1954: *Levantamiento agrohidrológico del Valle del Río Colorado.* Min. Agric. y Ganad., Inst. Suelos y Agrotecnia. Publ. nº 32, 35 pp., Buenos Aires.

(3) Köppen, Wilhelm. 1948: *Climatología.* Trad. por P. R. Hendricks Pérez. 478 pp., México.

(4) Papadakis, Juan: *Mapa Ecológico de la República Argentina.* Min. Agr. y Ganad. I Texto, 254 pp.; II Atlas, 24 mapas, Buenos Aires.

(5) Peppler, A. 1929: *El automóvil como medio auxiliar de la investigación meteorológica.* Zeitschr. f. Angew. Met.

(6) Servicio Meteorológico Nacional. 1958: *Estadísticas Climatológicas. 1941-1950.* Min. Aeronáutica S. M. N. Publ. $B_1$, nº 3, 161 pp., Buenos Aires.

(7) Schmidth, Wilhelm. 1930: *Las mediciones microclimáticas por medio de viajes.* Met. Zeitschr.

(8) Thornthwaite, C. W. 1948. *An approach toward a rational classification of climates.* The Geogr. Rev., vol. 38, nº 1, pp. 55-94, New York.


## Consideraciones sobre el control edafoecológico de tucuras (Orthoptera, Acridioidea) en la Argentina

(*Comunicación*)


José Liebermann


### Fundamento esencial.

Se ha puesto en evidencia, en las investigaciones realizadas tanto en nuestros viajes de estudio, desde 1938, pero más intensamente en los de 1958 y 1959, en el sudoeste de Buenos Aires y en el este de La Pampa —como en Canadá y Australia—, que los acridios exigen para el cumplimiento de su ciclo vital, dos ambientes —o biotopos— distintos: el de *oviposición,* en el suelo, y el de *alimentación y refugio,* durante su vida dinámica. De acuerdo con el estado fisiológico del acridio, ambos ambientes pueden encontrarse juntos, en los mismos campos o separados por grandes distancias, caso que exige el vuelo de migración, dando lugar a la división de los acridios en gregarios y migradores o *langostas* y solitarios y sedentarios o *tucuras.*

En las tucuras existe un gregarismo en el estado de huevo y aun en los primeros estadios ninfales, pero desaparece en los adultos, lo que significa que la oviposición se produce siempre en forma concentrada y en áreas especiales. El fundamento de este trabajo es la posibilidad de modificar la ecología de esas áreas de oviposición para hacerlas incompatibles con la vida de las tucuras.

### Ambientes de oviposición.

Se conocen perfectamente en las zonas semiáridas y áridas de las provincias de Buenos Aires y La Pampa, las áreas de oviposición, llamadas por los pobladores "criaderos" de tucura. Los hemos localizado en terrenos bajos y salinos, los "salitrales" de La Pampa y los campos incultos de Buenos Aires, generalmente desprovistos de vegetación o con una cubierta vegetal muy pobre, lagunas desecadas, alfalfares en decadencia o campos que después de haber sido agrícolas se utilizan para la ganadería. De esos "criaderos" surgen en la primavera —nos referimos a *Dichroplus maculipennis* (Blanch.) (Lieb.) y *Dichroplus pratensis* Bruner, en Buenos Aires y en La Pampa— las tucuras que se desplazan de sus áreas de oviposición hacia las pasturas naturales y los campos cultivados, en los que causan enormes daños. Es interesante el antecedente del Delta del Danubio, del que salían mangas de langosta pero cuya transformación ecológica las suprimió totalmente. Recientemente Uvarov, en la UNESCO, dedicó un valioso trabajo al problema (**8**).

### Ambientes de alimentacion y refugio.

Después de los primeros estadios ninfales las tucuras inician su movimiento de dispersión y desconcentración hacia los lugares donde es abundante la vegetación verde, espontánea o cultivada. Es la época cuando las cosechas finas se acercan a su madurez y los alfalfares a su floración. En la Patagonia son

invadidos los mallines. Las primeras informaciones sobre desplazamiento las encontraremos en trabajos de SCHIUMA (**7**), 1939. Si la vegetación está verde puede ser totalmente destruída. Finalizado el ciclo vital —febrero-marzo— las tucuras vuelven a concentrarse en las áreas de oviposición, que no todos los años tienen las mismas superficies, pues su extensión depende de los factores climáticos y sufren modificaciones anuales o estacionales.

ALFALFARES EN DECADENCIA Y CAMPOS ABANDONADOS SON "CRIADEROS" DE TUCURA, ES DECIR, ÁREAS DE OVIPOSICIÓN.

Los alfalfares en decadencia, debido a los grandes espacios desprovistos de vegetación, que sirven como áreas de oviposición, y los espacios aún cubiertos de plantas, que sirven de alimento y refugio, son excelentes criaderos de tucuras; lo mismo pasa con los campos donde se practica el sobrepastoreo, como lo hemos puesto en evidencia en nuestro trabajo sobre los acridios de Chile (**5**). El insecto encuentra próximas las dos áreas imprescindibles para su ciclo total. Lo mismo ocurre con los campos cultivados que se destinan a la ganadería. Campos de rastrojo nunca son elegidos como áreas para la oviposición, ni potreros bien empastados; en el Canadá se controlan ecológicamente las tucuras, tratando de que los potreros donde ovipositan se encuentren densamente cubiertos de pastos para la época del desove. Así las van empujando de un campo a otro hasta eliminarlas paulatinamente.

UN EJEMPLO: "POTRILLO OBSCURO", en ATREUCÓ, LA PAMPA.

En enero de 1959 (**6**) encontramos todas las poblaciones de tucuras (*D. maculipennis* y *D. pratensis*) que habían nacido en toda la estancia "Potrillo Obscuro", concentradas sobre un cultivo de centeno ya maduro, pero invadido por distintas malezas verdes. Habíamos ubicado las dos áreas vitales del acridio. Probablemente una barrera viva de *Atriplex* hubiera impedido la entrada de las tucuras, en su estado ninfal, al campo de centeno.

CÓMO PREPARA EL HOMBRE ÁREAS POTENCIALES PARA LA OVIPOSICIÓN.

El hombre, con su manejo irracional de los campos, prepara los dos ambientes favorables para el desarrollo de las tucuras. Esto ocurre con el sobrepastoreo, con la transformación de zonas forestales en agrícolas y con el abandono temporal de ciertos campos. Si en años de lluvias abundantes —durante ciertos períodos— disminuyen las poblaciones de tucuras, ello se debe a la vegetación que cubre ambientes antes favorables para la oviposición. La tucura aumentó en Buenos Aires cuando la canalización desecó gran parte de muchas lagunas, formando nuevas áreas de oviposición. En años de sequía estas áreas aumentan y los acridios se multiplican más intensamente.

UNA OBSERVACIÓN: "LA ESMERALDA", BERNASCONI, HUCAL, LA PAMPA.

Zona más agrícola que ganadera, la colonia Bernasconi no tiene tucura en sus campos trabajados. Pero en "La Esmeralda", de 600 hectáreas dedicadas a ganadería, con suelos bajos y pobres en algunas partes, encontráronse densas poblaciones de *D. pratensis* y *D. vittatus.* Se trata de un biotopo con los dos ambientes, el de oviposición y el de alimentación y refugio. Era zona forestal dedicada en un tiempo a la agricultura.

OTRA OBSERVACIÓN: "LOS SURGENTES", GRAL. CAMPOS, HUCAL, LA PAMPA.

En enero de 1959 "Los Surgentes" tenía una regular invasión de tucuras de varias especies, concentradas sobre las malezas de los rastrojos (la "morenita" [*Kochia scoparia*], abundante) ; las especies de tucuras predominantes eran *D. pratensis, D. elongatus* y *D. vittatus,* en densidades de 10-15 por metro cuadrado. Pero en un potrero, situado en el bajo del campo, cubierto por una notable vegetación de "cachiyuyo" (*Atriplex undulatum*) y "matorro" (*Cyclolepis genistoides*), determinados por A. E. RAGONESE y R. L. ELOLA, no había una sola tucura. Nuestro acompañante oficial, don DAVID SAMSANOVSKY, nativo de la zona, nos informó que las tucuras nunca comen el *Atriplex,* ni penetran en los campos donde crece esta planta. Habíamos localizado, para las primeras observaciones argentinas, una manifestación de la naturaleza que hace un decenio estudiaban los colegas australianos, inspirados en las orientaciones ecológicas de ANDREWARTHA (**1**) y de KEY (**4**).

En un "salitral" de Anguil, La Pampa.

El potrero 15, llamado "El Salitral", de la Estación Experimental Agropecuaria de Anguil, de tierras bajas e improductivas, cubierto de pastos duros y con espacios desprovistos de vegetación, resultó ser, según pudimos observarlo con el Ing. Agr. R. Silbermann, del personal técnico, un área de oviposición y de alimentación y refugio. Hasta una densidad de 10 por metro cuadrado había tucuras *D. pratensis* y *D. maculipennis*. Había también acridios en un alfalfar distante. Una modificación ecológica del "salitral" con plantaciones de *Atriplex* podría hacerlo incompatible para la vida de las tucuras.

Procedimientos para transformar los ambientes y crear condiciones ecológicas desfavorables para las tucuras.

Como resultado práctico de las observaciones anteriores diversos especialistas proyectaron el control ecológico de las tucuras y en Australia hace algunos años se emprendieron aplicaciones prácticas cuyos resultados no se dieron a conocer. En el Congreso Entomológico Internacional de Montreal presentó una ligera síntesis el Dr. H. K. L. Key (**3**) y hay trabajos anteriores de Andrewartha, Birch, Common y otros. Hay dos orientaciones: la creación de barreras vivas con *Atriplex* para impedir el pasaje de las áreas de oviposición a las de alimentación y refugio, o la plantación de*Atriplex* en las mismas áreas de oviposición para hacerla imposible. Los australianos utilizan *Atriplex semibaccata* y *A. nummularia*. Nosotros, por ahora consideramos la posibilidad de iniciar plantaciones de *A. undulatum* y los trabajos se encuentran en su fase inicial; creemos que lo fundamental será la modificación edafoecológica de los "criaderos" de *D. maculipennis* y *D. pratensis* en las zonas semiáridas y áridas del país. Podrían ensayarse también las barreras vegetales para impedir las invasiones de las tucuras en sus primeros estadios.

Un antecedente importante para el problema.

Informan D. Koller, N. H. Tadmor y D. Hillel en *Experiments in the propagation of* Atriplex halimus *L. for desert pasture and soil conservation* (Ktavim, 1958, 9: 83-106, Rehovot, Israel) acerca de sus ensayos para cultivar *Atriplex* con dos finalidades: como forraje para el ganado y como factor contra la erosión. El análisis químico ha encontrado en *Atriplex* semejanzas con la alfalfa, con un 32 % de proteínas y un 29 % de cenizas minerales. Es apetecido por los ganados de regiones semiáridas. Explican los procedimientos para el cultivo de la planta.

Ecología cuantitativa de tucuras.

En uno de sus más recientes trabajos, Friauf (**2**) ha preparado una excelente síntesis de las orientaciones existentes en la materia. Si bien en esta comunicación lo que más interesa es el problema *cualitativo*, el autor da una breve idea a los estudios realizados en sentido cuantitativo, es decir la determinación numérica de los conceptos de *abundancia* y de *frecuencia*. Cita las clasificaciones ecológicas de Pitts-Morse (1904), de Uvarov (1928), de Vestal (1913), de Cantrall (1943) y de otros. En las especies dominantes la frecuencia 1 es de 25 % de la población total; 2, 50 %; 3, 75 % y 4, 100 %. La abundancia también tiene grados y de la combinación de ambos surge una excelente clasificación. En general las especies, dentro de una población, pueden ser *dominantes, frecuentes, ocasionales* y *no frecuentes* o raras.

BIBLIOGRAFÍA

(1) Andrewartha, H. G.: *Vegetation types associated with plague Grasshoppers in South Australia.* Dep. Agric. S. Austr. Bull. nº 333: 1-47.
(2) Friauf, J. F., 1953: *An Ecological Study of the Dermaptera and Orthoptera of the Welaka Area in Northern Florida, Ecological Monographs*, 23: 19-126, ilustrado (bibliografía).
(3) Key, K. H. L., 1945: *The Ecological Characteristics of Areas and Outbreak Years of the Australian Plague Locust.*, C.S.I.R.O. Bull., nº 186: 7-123, ilustrado.
(4) Key, K. H. L., 1956: *Research on the Australian Locust and Grasshopper Problem.* Proc. Tenth. Intern. C. of Entomology. 3: 63-68 (1958), Montreal.
(5) Liebermann, J., 1944: *Los acridioideos de Chile*, Rev. Chil. de Historia Natural, XLVIII: 161-316, ilustrado.
(6) Liebermann, J., 1959: *Informe acerca de una exploración acridiológica en La Pampa.* Instituto de Patología Vegetal, inédito.
(7) Schiuma, R., 1939: *Informe sobre tucuras.* Public. Misc. nº 43 de la Dirección de Propaganda y Publicaciones del Min. de Agricultura. 1: 119, ilustrado.
(8) Uvarov, B., 1957: *The aridity factor in the Ecology of Locusts and Grasshoppers of the old World*, Arid Zone Research. UNESCO, 164-198, París.

## El suelo medanoso de Junín (prov. de Bs. Aires)

(*Trabajo*)

MIGUEL M. MUHLMANN

Representa este trabajo una síntesis del original del autor que fue relatado en la Primera Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo. Por lo tanto se exponen sus partes esenciales y las conclusiones de mayor importancia. El partido de Junín se encuentra situado al NO de la provincia de Buenos Aires, a los 34°35′10″ de latitud S y a los 60°25′56″ de longitud O del meridiano de Greenwich. Tiene una extensión de 2.263,33 km² y está situado a una altura de 78,43 metros sobre el nivel del mar. Desde los puntos de vista geográfico y geológico se destaca en el partido de Junín el cordón de médanos que viene del partido de General Arenales, después de haber pasado por la provincia de Santa Fe. Hacia el sur continúa hasta el pueblo de Bragado. El río Salado, que se origina en las lagunas de El Chañar y otras de la provincia de Santa Fe, cruza todo el partido, dando lugar a la formación de las lagunas de Mar Chiquita, de Gómez y El Carpincho, que bien pueden considerarse como bucles del mismo estuario.

Las investigaciones practicadas llegaron al NO hasta la laguna de Mar Chiquita y en el SE hasta unos kilómetros antes de la estación Morse. El cordón de médanos tiene una dirección N-NO, S-SE. En su primera porción es paralelo al río Salado y al eje mayor de la laguna Mar Chiquita, pero en el S de la ciudad de Junín se tuerce en dirección NE. Estos médanos no pasan de una altura de 10 m y muchos de ellos oscilan entre 5 y 3 m, con pendientes máximas de unos 20 a 25 grados. Los más extensos alcanzan a unos 400 metros. Muchos de ellos han sido cultivados, de tal manera que, por encima del material arenoso presentan otro bastante húmico. En otros médanos es posible observar una nueva deposición sobre este último, debido a la acción del viento que desmenuza, eleva y deposita los granos. Por esta causa se distingue una cierta estratificación, que en forma algo esquemática y un tanto pronunciada ha sido representada en los perfiles correspondientes.

Este material sedimentario se presenta de un color castaño claro, castaño oscuro a rojizo: de ahí el nombre de médanos colorados con que los designa la población. Están constituídos por un sedimento areno-silt, ligeramente arcilloso, muy húmedo, que se apelmaza fácilmente, con manifiesta aspereza por la irregularidad de los granos. El color es una consecuencia de la proporción de limonita que, a manera de película cubre parcial o totalmente a un porcentaje elevado de granos. Este sedimento se extiende hasta varios metros de profundidad. En una de las perforaciones practicadas llegóse hasta 15 metros debajo del nivel del suelo, luego de lo cual apareció la primera napa freática.

Ha dicho ERLIJMAN y parece lo más acertado, que "la difusión de las arenas que cruza la pampa de Junín se ha producido por etapas distintas debido, justamente, a las variaciones climáticas, actuando primitivamente el viento como único agente y luego la combinación de éste con el agua". La formación de estos médanos se debe, en gran parte, al material eólico proveniente en su mayoría de distintas erupciones volcánicas, que ha sido arrastrado por los fuertes vientos favorecido por la sequedad del ambiente. Se explica así la suavidad y regularidad de las pendientes del lado oriental del cordón y la graduación regular de las variaciones granulométricas. A medida que va aumentando la distancia al eje, la proporción de las partículas gruesas va disminuyendo. En la parte más elevada del cordón encontramos hasta 80 % de partículas cuyo diámetro es mayor de 0,1 mm y dirigiéndose al E y SE esta proporción baja hasta el 55 %. Este material sedimentario, especialmente en la parte superior de los médanos, ha sido fijado por algunas especies vegetales, entre ellas *Elionurus viridulus, Poa lanuginosa* y *Ambrosia tenuifolia.* El doctor ÁNGEL CABRERA (h.), ha practicado un estudio completo de esta flora.

### ESTUDIO DE LOS PERFILES.

Se han levantado en el terreno seis perfiles, recogiéndose 19 muestras de arenas. Se describen en esta síntesis los dos primeros, de mayor importancia. Los demás presentan, con algunas variaciones, características muy semejantes.

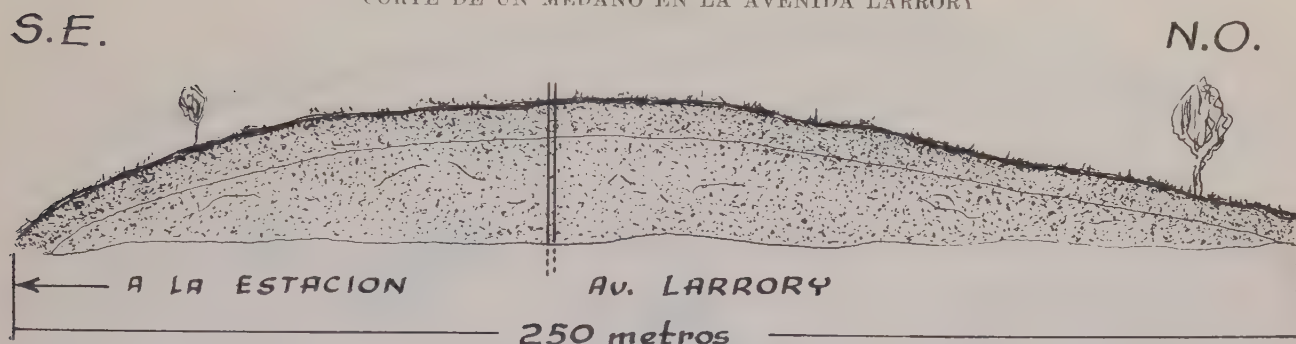
*Perfil nº 1*: Pertenece a un médano cortado de SE a NO por la avenida Larrory, ubicado a unos 800 metros hacia el NO de la estación Junín del F.C.N. General San Martín. Tiene una longitud aproximada de unos 250 m y una altura de 3 m Se halla totalmente cultivado. El corte longitudinal revela de arriba hacia abajo, unos 40 centímetros de

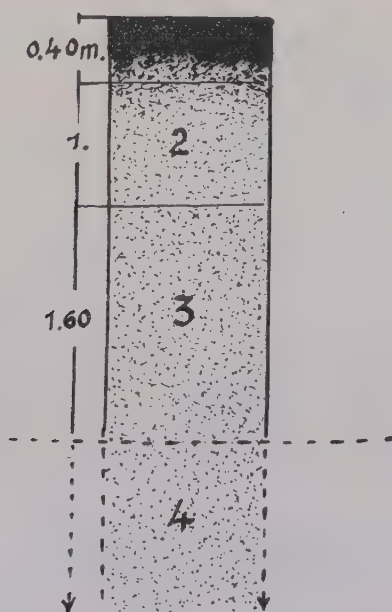
tierra negra, algo arenosa; un sedimento arenoso, cuya parte superior es de color castaño oscuro y en un espesor de 1 metro y la inferior que llega hasta el nivel del camino alcanza a 1,60 m y es de color castaño claro. Integra esta última, como se verá a

Tiene una extensión de 300 m aproximadamente de SO a NE. Su declive es suave: de 18 a 20 grados y su altura máxima está alrededor de los 9 m. Denominado Colorado Grande, presenta una deposición areno-silt, ligeramente arcillosa, un poco humífera,

PERFIL Nº 1.

CORTE DE UN MÉDANO EN LA AVENIDA LARRORY




través de los análisis efectuados, una arena fina, muy fina-silt, ligeramente arcillosa —clasificación de ésta por tamaño y no por los minerales propios de la arcilla— constituída por granos irregulares.

*Perfil nº 2*: Pertenece a uno de los médanos más grandes de Junín. Se encuentra a unos 3.000 m al SE de la ciudad y a 300 m al SO de la ruta nº 7. Se halla cortado por el camino que une el partido con los de General Viamonte y Lincoln.

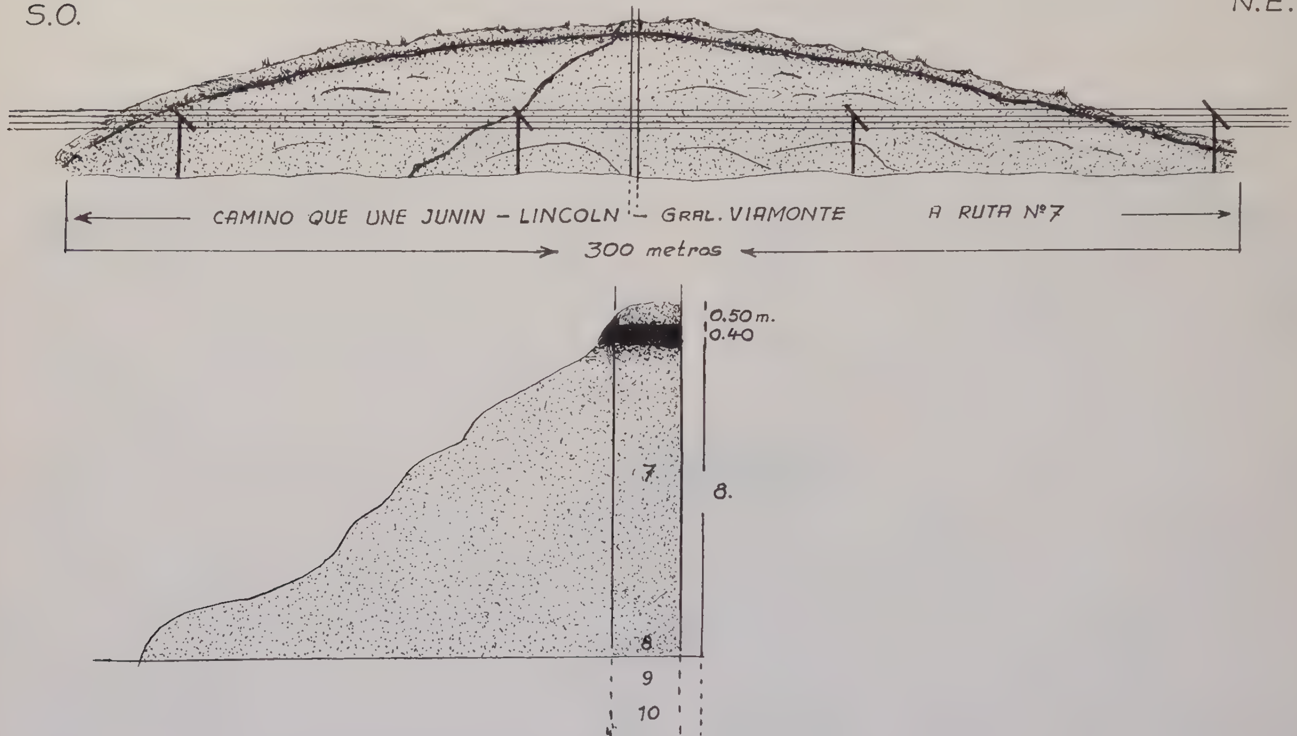
en evidente transformación por la vegetación que cubre, 0,50 m. Le sigue una zona de tierra negra, algo arenosa y una tercera que llega hasta el nivel del camino, de unos 8 m, de color castaño amarillento, integrada por granos más gruesos que los que componen el estrato nº 3 del médano anterior y a la vez menos arcillosa. Se extiende a varios metros de profundidad, hasta encontrar la primera napa freática.

ESTUDIO GRANULOMÉTRICO.

Se detallan solamente, en esta síntesis, los resultados de los análisis granulométricos de dos muestras. Los demás, con algunas variaciones, tienen características semejantes. Estos trabajos se realizaron en los Laboratorios de Ensayos de Materiales de Obras Sanitarias de la Nación, utilizando The Tyler Standard Screen Scale.

PERFIL Nº 2

CORTE DEL MÉDANO COLORADO GRANDE A 300 METROS AL O. DE LA RUTA Nº 7




*Muestra Nº 3. Perfil Nº 1*

| Tamiz nº | Diámetro orificio mm | Pesadas de residuos 1ª gr | 2ª gr | 3ª gr | Promedios residuos porcentaje | Porcentaje total que pasa | Porcentaje residuo acumulado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 35 | 0,495 | — | — | — | — | 100 | — |
| 70 | 0,208 | 0,35 | 1,50 | 0,90 | 0,91 | 99,09 | 0,91 |
| 170 | 0,088 | 31,02 | 29,50 | 29,00 | 29,84 | 69,25 | 30,75 |
| 200 | 0,074 | 34,50 | 37,20 | 36,10 | 35,93 | 37,32 | 66,68 |
| Res. | — | 33,20 | 31,00 | 33,00 | 32,40 | | 99,08 |
| | | 99,07 | 99,20 | 99,00 | 99,08 | | |

*Muestra Nº 4. Perfil Nº 1*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 35 | 0,495 | — | — | — | — | 100 | — |
| 70 | 0,208 | — | — | — | — | 100 | — |
| 170 | 0,088 | 16,02 | 20,00 | 17,10 | 17,70 | 82,30 | 17,70 |
| 200 | 0,074 | 36,05 | 35,50 | 37,00 | 36,18 | 46,12 | 53,88 |
| Res. | — | 47,20 | 44,10 | 45,30 | 45,53 | | 99,41 |
| | | 99,27 | 99,60 | 99,40 | 99,41 | | |

Estudio al microscopio de polarización.

Se emplearon el separador de Clerici, el elutrió-metro y esencias de índices de refracción. En estas condiciones las observaciones y reconocimientos se practicaron en el laboratorio de Mineralogía de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Se describen solamente las muestras n$^{os.}$ 3 y 4. Las demás se asemejan a éstas con algunas variantes.

*Color*: Castaño claro, con algunas partículas brillantes; después del ataque con HCl 5 %, 15′ color amarillento claro; aspecto homogéneo; húmeda, apelmaza a los granos; ligeramente áspera. *Estructura* (al microscopio binocular). Llama la atención el reducido tamaño de los granos; predominio absoluto de incoloros; la mayoría irregulares, bruscamente recortados (vidrio volcánico); otros con con-




Algunos de los minerales que integran la arena de las muestras estudiadas: vidrio riolítico, cuarzo, ortosa, oligoclasa, andesina zonada, magnetita, granate, zircón, hipersteno y hornblenda común. (Dibujo efectuado por el autor a través del microscopio de polarización en preparación transitoria n 1,5538 a 18° C.)

tornos subangulares o algo redondeados (cuarzo y feldespatos). Muy escasa cantidad de granos de color. El tamizado de la arena recogido en la "cacerola" pone en evidencia un residuo muy fino integrado en gran parte por silt y una escasa proporción de arcilla, clasificación por tamaño y no por la presencia de minerales propios de la arcilla.

| | |
|---|---|
| Minerales livianos ........... | 98,96 % |
| Minerales pesados ........... | 1,04 % |

*Minerales livianos*: Vidrio riolítico, cuarzo, feldespatos — ortosa, microclino, oligoclasa a andesina zonada — labradorita.

*Minerales pesados*: Limonita, magnetita, granate, apatita, zircón, anatasa, rutilo, hipersteno, hornblenda común, hornblenda basáltica, muscovita y biotita.

Se describen, brevemente, los minerales livianos.

*Vidrio riolítico*: n = 1,502-1,503. Se observa fácilmente su predominio variable entre el 35 y 75 %, alternando su frecuencia con el cuarzo y los feldespatos. Son fragmentos de tamaños muy diferentes; de formas irregulares; de contornos muy accidentados, la mayoría de las veces recortados violentamente por la explosión de los gases. Casi todos ellos ligeramente tiznados de limonita; granos con burbujas esféricas o alargadas, o con verdaderas microesferolitas en estados progresivos de devitrificación, a veces en avanzado estado de anisotropía logrado en el proceso de ordenación molecular. Una parte apreciable de este vidrio queda retenida formando parte del silt. Su índice de refracción, 1,502-1,503 permite clasificarlo como riolítico, proveniente de un magma de carácter ácido. Entre 0,2 y 0,02 mm.

*Cuarzo*: Irregulares, subrredondeados, subangulares; poco espesor, algunos con polarización rotatoria (¿cataclásticos?). Entre 0,2 y 0,05 mm.

*Ortosa*: En escasa proporción, algunos en incipiente grado de alteración, otros perfectamente euhedrales, mostrando, no obstante la pequeñez, las maclas de Carlsbad, ang. de ext. pequeño. Entre 0,15 a 0,02 mm.

*Microclino*: Irregulares, con trazas de alteración en kaolinita, en algunos buena macla de albita y periclino. Entre 0,2 y 0,02 mm.

*Oligoclasa básica, andesina zonada, labradorita*: Permiten así clasificarlos con índices de refracción de 1,549, 1,554 y 1,562. En algunos preparados comparten la mayoría con el cuarzo y el vidrio riolítico. Entre 0,18 y 0,02 mm.

*Ensayos físicos*
*Muestras nos. 3 y 4*
*Estado natural*

| | |
|---|---|
| Humedad ........................... | 7 % |
| Permeabilidad ....................... | 20,21 |
| Resistencia a la compresión máxima .... | 265 gr/cm² |

*Con 2 % de bentonita*

| | |
|---|---|
| Humedad ........................... | 7 % |
| Permeabilidad ....................... | 19,20 |
| Resistencia a la compresión máxima .... | 290 gr/cm² |

*Con 4 % de bentonita*

| | |
|---|---|
| Humedad ........................... | 7 % |
| Permeabilidad ........................... | 15,16 |
| Resistencia a la compresión máxima .... | 370 gr/cm² |

Estos ensayos se realizaron en el establecimiento metalúrgico Santini Hnos. En los laboratorios y talleres del F.C.N. Gral. San Martín, en Junín, se practicaron además las investigaciones sobre el poder refractario, plasticidad y porosidad-permeabilidad. En 1945 el autor puso en evidencia a través de los resultados alcanzados en estas actividades, la calidad óptima de este material sedimentario para la elaboración de moldes empleados en la fundición del bronce (Ta alrededor de 1.300°).

## CONCLUSIONES

El suelo medanoso de Junín —subsuelo y planicie en las zonas que abarcó la investigación— están constituídos por un material sedimentario de color castaño claro, castaño oscuro, rojizo, proveniente en su mayoría de distintas erupciones volcánicas, que ha sido arrastrado por el viento y depositado para formar esas acumulaciones. Está integrado por una arena fina, muy fina-silt, con vestigios de arcilla (clasificación granulométrica); muy adhesiva por la humedad y la limonita que impregna a las partículas y hasta hace de cemento deleznable, que le da plasticidad; con un 98 a un 99 % de minerales livianos —vidrio riolítico, cuarzo, ortosa, microclino, oligoclasa básica, andesina básica y labradorita— y con 1 a 2 % de minerales pesados (limonita, magnetita, granate, apatita, zircón, anatasa, rutilo, hipersteno, hornblenda común, hornblenda basáltica, muscovita y biotita). Este material sedimentario, directamente o mejorado con bentonita, resulta eficiente para la fabricación de moldes empleados en la fundición de bronce, no sólo por reunir las

especificaciones standard por la American Foundrymen's Association y el Institut of British Foundrymen, sino, además, por no tener en su composición minerales indeseables.

### BIBLIOGRAFÍA


ARTINI, E.: *I minerali*, Milano, 1934.

GROUT, F. F.: *Petrography and petrology*, New York, 1914.

INSTITUTO AGRARIO ARGENTINO: *Reseñas*, partido de Junín, 1945.

KRUMBEIM, W. C. and PETTIJOHN: *Manual of sedim. petrog.* N. York, 1938.

MILNER, H. B.: *Sedimentary petrography*, London, 1929.

MULHMANN, M. M.: *Estudio de las arenas de la República Argentina*. La Plata, 1943.

— *Estudio de las arenas de Mar del Plata*. Pub. Mus. Arg. Cienc. Nat., 1946.

— *Estudio de la arena de Río Cuarto*. Inst. A. Arg., 1947.

— *Estudio de la arena de la Laguna de Gómez*. An. Soc. C., 1948.

— *Estudio de la arena de Junín*. Com. Nac. de Cult., 1946.

— *Estudio de arenas para metalurgia*. An. Soc. Cient., 1950.

ROGERS and KERR: *Optical mineralogy*, N. Y., 1942.

RUSCONI, C.: *El puelchense de Buenos Aires*. Inst. Fís. y Geol. Ros., 1948.

TSUBOI, S.: *A dispersion method of determining plag.* Min. Mag. 1923.


## Comunicación del Laboratorio Central de Agua y Energía Eléctrica a la Primera Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo


JORGE P. GIMÉNEZ y CARLOS W. SICHES


La empresa estatal Agua y Energía Eléctrica realiza, en su Laboratorio Central, y de acuerdo a sus funciones específicas, estudios y análisis de suelos desde el punto de vista de su interpretación agrológica y desde el punto de vista de su aplicación a obras de ingeniería civil y trabajos generales de investigación.

*A. Estudios de suelos en agrología. Colaboraciones efectuadas por el Laboratorio Central para los estudios de suelos que realiza Agua y Energía Eléctrica.*

Solicitados por el Departamento de Riego, se realizaron, en la sección Agrohidrología del Laboratorio Central trabajos de análisis químico-agrológico de suelos de las siguientes zonas: Valle de Viedma (Río Negro); Gaimán (Chubut); Campo Quijano y Clorinda (Salta); Colonia Josefa (Río Negro); Pirquitas (Catamarca); Río Bermejo (Salta); Pomona (Río Negro).

Las determinaciones que se efectuaron, en la mayoría de los casos, fueron las siguientes: materia orgánica, calcáreo, pH, extracto acuoso con sales solubles totales, carbonatos, bicarbonatos, cloruros y sulfatos solubles, elementos asimilables, con fósforo y potasio asimilable.

Solicitados por el Departamento de Hidrología y Nivología, se efectuaron estudios del material en suspensión de río, en Orán (Salta).

Las determinaciones efectuadas fueron: análisis químico completo de elementos totales en suelos, realizado en el extracto clorhídrico según la técnica de VAN BEMMELEN-HISSINK.

En los estudios mencionados anteriormente, se efectuaron también las determinaciones correspondientes a la composición granulométrica de las muestras, tarea esta que estuvo a cargo de la sección mecánica de suelos del Laboratorio Central.

*B. Estudios de suelos para construcciones.*

Con respecto a los ensayos de mecánica de suelos el Laboratorio Central realiza trabajos de colaboración con los estudios y la ejecución de obras.

Los ensayos se realizan desde un punto de vista físico y aplicado a la ingeniería. Difieren no sólo por los métodos, sino por la clasificación adoptada para los suelos, con los estudios agrológicos.

Se han realizado gran cantidad de trabajos desde la época de formación de este Laboratorio Central, indicando a continuación los más importantes de ellos: Estudios para la construcción de canales de alimentación a la Central Hidráulica "Álvarez Condarco", para la de los canales de riego del río Marapa. Estudios de los materiales de construcción del dique "Las Pirquitas" y control de dicha construcción. Estudio de materiales para el dique "El Cadillal" (proyecto de dique de tierra). Estudio para el dique "Cabra Corral". Estudio para el dique "Tafí del Valle". Estudio para el dique "Valle Grande". Estudio para el dique "El Horcajo". Estudio para el dique "Salto Grande". Estudio para el dique "Río Hondo", incluído el estudio de la fundación de este último dique.

En esta sección del Laboratorio Central se estu-

dian las características físicas del suelo: composición granulométrica, peso específico, grado de plasticidad, poder de expansión, comportamiento frente a las cargas, permeabilidad.

Con respecto a la clasificación de los suelos el concepto adoptado difiere fundamentalmente de lo considerado en edafología. Ella tiene su origen en la clasificación de A. CASAGRANDE, y se denomina Clasificación Unificada; por ello se define como arena aquel suelo que pasa por el tamiz nº 4 (4,76 mm) y es retenido por el tamiz nº 200 (0,074 mm); la fracción menor que el tamiz nº 200 puede ser clasificada como limo o arcilla, según sea su plasticidad, no interviniendo para ésta los diámetros de las partículas.

*C. Trabajo de investigación: Estudios de la influencia del embalse "El Nihuil" en la salinidad de sus aguas y en los regadíos.*

La construcción del dique "El Nihuil", desde 1942 a 1947, sobre el río Atuel, en Mendoza, daba lugar a que el agua se embalsara sobre 7.500 ha de suelos, en su mayor parte salinos, con sales solubles, que podrían llegar a modificar las características químicas del agua del río y de los suelos a irrigarse, provocando serios peligros para los cultivos.

Con tal motivo se programó el estudio de los sedimentos que constituyen la capa superficial del terreno de embalse, de la variación de los componentes del agua embalsada y del peligro que la misma podría llevar a los terrenos a irrigarse y a los cultivos.

Hasta el presente se ha efectuado el estudio de los sedimentos salinos de los terrenos del embalse y de la variación de los componentes del agua embalsada desde 1948 a 1952, habiéndose producido un informe completo del mismo.

El informe mencionado contiene, entre otras cosas, el análisis químico de 50 muestras de suelos extraídas en distintas partes de los terrenos en los que se efectuaría el embalse; el análisis químico de numerosas muestras de aguas extraídas, en diez puntos fijados en la zona de embalse, seis puntos fijados en la zona de riego y nueve puntos fijados en los desagües, durante los meses de enero a diciembre y desde 1940 a 1952; estudios de la evaporación mensual del embalse, durante los años 1947 a 1952, mediante la instalación de dos evaporímetros en dicha zona; etc.

Las conclusiones obtenidas del citado estudio fueron las siguientes.

1º El río Atuel en su parte superior posee un tenor salino que oscila entre 500-700 mg/l, en el transcurso del año.

2º Frente al embalse y después de haber recibido como afluente a El Salado, de alta salinidad, su concentración salina varía entre 700 y 1.200 mgr/l.

3º Los terrenos del fondo del embalse tienen una composición que varía fundamentalmente de una clase de terreno a otra, pudiendo darse los siguientes valores generales: carbonato de calcio 1-17 %; sulfato de calcio, sulfato de sodio y cloruro de sodio, 83-99 %,

4º Los terrenos del fondo del embalse dan unos 100 mg de sales por litro de agua embalsada.

5º La evaporación anual del agua del embalse es de 2,08 m por año.

6º A causa de la evaporación y de la disolución de sales del terreno por el agua, el embalse aumenta la salinidad del Atuel, pero sin alcanzar los límites máximos admitidos para riego.

7º El embalse ha mejorado la calidad del agua para riego, con respecto a la época anterior a su funcionamiento.

8º La regulación del Atuel por el embalse, hace que los desagües funcionen convenientemente, librando a los terrenos de grandes cantidades de sales.

En la actualidad se continúa el estudio del agua del embalse con posterioridad a 1952, complementándose con la determinación de otros elementos no dosados anteriormente y que pueden resultar de interés para el mismo.

También se programa el estudio de los suelos de las nuevas zonas a irrigarse y de los efectos que dichas aguas podrían tener sobre los mismos.

## CONSIDERACIÓN DE LOS TRABAJOS PRESENTADOS

*El valor geopónico por la condición del suelo y la influencia meteórica*: PRIMO LÓPEZ BARRETO.
Sin debate.

*Uso y necesidad de fertilizantes*: MANUEL ELGUETA G.
Sin debate.

*Cálculo de las temperaturas medias de localidades montañosas carentes de observaciones termométricas*: ARMANDO L. DE FINA y LUIS J. SABELLA.
Sin debate.

*Reconocimiento agroclimático del Valle del Río Colorado*: TEODORO F. A. WEBER.

Sin debate.

*Consideraciones sobre el control edafoecológico de tucuras (Orthoptera, Acridioidea) en la Argentina*: JOSÉ LIEBERMANN.

Sin debate.

*El suelo medanoso de Junín, provincia de Buenos Aires*: MIGUEL M. MUHLMANN.

Sin debate.

*Comunicación del Laboratorio Central de Agua y Energía Eléctrica a la Primera Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo*: JORGE P. GIMÉNEZ y CARLOS W. SICHES.

Sin debate.

### INFORME DE LA COMISIÓN

Se ha considerado en la sesión de esta comisión una serie de trabajos interesantes por los temas tratados en ellos; algunos son, en particular, de un valor actual muy grande en su trascendencia económica para nuestro país y otros igualmente valiosos al enfocar problemas de verdadera magnitud, ya sea de practicidad mediata o inmediata.

## SESIÓN PLENARIA DE INFORMES DE COMISIÓN Y PONENCIAS

(ACTA Nº 3)

### INFORMES DE LAS COMISIONES

En Buenos Aires, siendo las dieciséis y treinta horas del diez de septiembre de mil novecientos cincuenta y nueve, se inicia la sesión bajo la presidencia del vicepresidente, señor J. I. BELLATI; actúa como secretario el señor J. IPUCHA AGUERRE.

El presidente expresa que van a considerarse los distintos informes de Comisión y las ponencias presentadas, lo que se hace de acuerdo con el detalle que sigue:

COMISIÓN I. — *Física y Físico-química.*

Se da lectura al informe respectivo.

*Presidente*: Queda a consideración de la asamblea el informe expuesto.

Aprobado sin objeciones, brindándose un voto de aplauso a la labor de la Comisión.

COMISIÓN II. — *Química.*

Se lee el informe.

*Presidente*: Queda a consideración de la asamblea el informe de Química.

Se aprueba sin objeciones, otorgándose también un voto de aplauso a la Comisión.

COMISIÓN III. — *Biología.*

Se lee el informe de la Comisión.

*Presidente*: Está a consideración el informe de la Comisión de Biología.

*Halperín*: En el informe se ha omitido el voto de aplauso aprobado en la reunión de la misma para el Instituto de Microbiología del I.N.T.A., por la seriedad e importancia de los trabajos que ha presentado.

El informe se aprueba con el agregado que surge de la aclaración del Ing. HALPERÍN; se da un voto de aplauso a la Comisión por su labor.

COMISIÓN IV. — *Fertilidad y Nutrición Vegetal.*

Se lee el informe.

*Presidente*: Queda a consideración el informe de la Comisión de Fertilidad y Nutrición Vegetal.

Se aprueba sin objeciones, brindándose un voto de aplauso a la Comisión.

COMISIÓN V. — *Génesis, Clasificación y Cartografía.*

Se lee el informe.

*Presidente*: Someto el informe de esta Comisión a la consideración de la asamblea. Por mi parte, diré que es un informe muy estricto, en lo referente a lo que debe entenderse por génesis y clasificación de suelos; no obstante, en la parte relativa a cartografía creo que podemos ser un poco más tolerantes y en ese sentido propongo un voto de aplauso para el informe, a pesar que todos lo merecen, y en especial el equipo técnico que ha trabajado con tanta intensidad y eficiencia en el reconocimiento de grandes áreas en la región

del Bermejo; también es de mérito el aporte que los edafólogos brindan a las grandes empresas que planean las obras hidráulicas en el país. Queda a consideración de la asamblea el informe.

*Etchevehere*: Antes quiero hacer una aclaración. Quienes estamos estrictamente en la especialidad de clasificación de suelos, entendemos que se ha clasificado un suelo cuando se ha caracterizado morfológicamente su perfil, dentro de cualquiera de las clasificaciones, tanto clásicas como modernas; pero el suelo debe ser identificado mediante un nombre que pueda ser entendido en cualquiera de los idiomas del mundo. Nosotros hemos oído llamar a algunos suelos con nombres desconocidos en edafología; algunos trabajos son muy buenos, pero nos abstenemos de jerarquizarlos, y esta opinión es compartida por el relator de esta Comisión.

*Wydler*: Debo advertir que no todos los trabajos de Agua y Energía Eléctrica fueron presentados. En todos los que están depositados en los archivos de nuestra repartición hay clasificaciones genéticas de los suelos estudiados y no meramente clasificaciones texturales.

*Etchevehere*: Aclaro que no nos estamos refiriendo a determinados trabajos. Para no entrar a juzgar la jerarquía de los trabajos, ni si entran en la categoría que correspondería tratar en esta Comisión, es que hemos volcado en cifras estadísticas la mención de los mismos.

*De León*: Yo quiero manifestar que viendo un poco las cosas desde afuera y a través del año transcurrido desde que concurrí a una reunión de edafólogos argentinos, he visto con mucho agrado el extraordinario impulso con que se está trabajando en este momento, a pesar de todas las dificultades que sospecho se tienen. Con toda sinceridad, creo que se han hecho grandes adelantos en la Argentina en esta materia, a pesar del informe pesimista de la Comisión. Se ha adelantado mucho en el Mapa de Clasificación y en Cartografía; por eso mi opinión, completamente objetiva, es de que se están moviendo mucho en ese sentido. En consonancia con lo dicho, tengo el propósito de borrar esta impresión un poco pesimista que pueda dejar el informe de la Comisión V.

*López Barreto*: Quiero dar mi voto de aplauso al dictamen de la Comisión.

*Papadakis*: Yo intervine como relator y colaboré con el presidente de la Comisión en la elaboración de este informe. Declaro que por razones de premura no pudimos pulirlo. El espíritu que me anima y que tal vez comparte el presidente, es de que realmente se han hecho grandes progresos en este sentido en el país, como afirma el Ing. De León; lo que nos hace pesimistas es el escaso número de técnicos dedicados a esta especialidad. En el Instituto de Suelos y Agrotecnia, por ejemplo, sólo trabajan cinco técnicos en esta disciplina; en el interior la situación todavía es peor. Creo al respecto que el informe no señala que el trabajo no marche bien en el país, sino que aun cuando marche bien cualitativamente desde el punto de vista del rendimiento personal, se hace en una escala muy pequeña. En fin, para que no haya ninguna mala interpretación, me asocio a lo señalado por el Ing. Bellati y doy mi voto de aplauso al trabajo realizado por la Comisión del río Bermejo.

*Presidente*: Quiero adherirme a las palabras del relator de la Comisión. El tono un poco pesimista del informe, quizá crea alguna duda para la asamblea. Estimo que las condiciones en que se trabaja actualmente no han permitido desarrollar más este aspecto de la ciencia edafológica y que estamos llegando, sin embargo, al momento de internarnos en investigaciones sobre fertilizaciones de suelos para incrementar la producción agropecuaria. Los estudios geográficos son, pues, sumamente necesarios y, sobre todo, los trabajos cartográficos detallados, en los que evidentemente estamos en retraso. Pienso que pareciera existir en el país cierta resistencia a realizar estudios de cartografía detallada de suelos, aun cuando en otros países se trabaja en ello activamente. Es necesario que muchos especialistas se ocupen de caracterizar unidades cartográficas y las condiciones de cada suelo, para aconsejar la fertilización precisa para cada unidad edáfica; en ese sentido me parece oportuna la crítica del presidente de la Comisión, que ve muy poco desarrollo en materia de cartografía detallada.

*Etchevehere*: Sí, justamente; hay técnicos que creen que hablar o discutir si un suelo es "prairie" o "reddish prairie" es de poco valor práctico. Seguramente en la próxima Reunión de la Sociedad Internacional, en Wisconsin, no pensarán lo mismo.

*De León*: Quiero agregar que me parece que lo que falta es un poco de organización y coordinación en las tareas. Es muy interesante lo que al respecto están haciendo en el Brasil: allí hay una Comisión Federal de levantamiento de suelos que trabaja coordinadamente con los técnicos de cada Estado. Mi impresión es que hay bastante gente trabajando, y que deben coordinarse esos esfuerzos para avanzar con más celeridad.

*Kusnezov*: Es que en la Argentina es difícil, porque no hay un esquema de clasificación sobre la base del cual se pueda ir al trabajo de detalle. No tenemos aún determinados los tipos de suelos más importantes. Es muy difícil empezar, cada uno en su provincia casi solo; hay que disponer de un equipo de edafólogos y no lo tenemos.

*Etchevehere*: Así es; debido a eso no hemos podido aún superar con algo mejor, al Mapa de Suelos de la Argentina, que publicó VESSELL, a pesar de que éste fue realizado teóricamente, sin visitar el país. No podemos ser muy optimistas. Recién ahora empezamos a clasificar suelos con criterio moderno; por eso me ha llamado la atención de que en el Uruguay ya estén estableciendo "fases" en algunos levantamientos.

*De León*: Bueno; aclaro que son pequeños trabajos para planificación. Aún no estamos haciendo levantamientos a ese nivel; nosotros tampoco tenemos un mapa de grandes grupos de suelos del país.

*Spollansky*: El año pasado, al dictarse un curso patrocinado por la O.E.A., surgió la necesidad de organizar cursos para posgraduados para instruir en especialidades como estos levantamientos. Habría que hacer una reunión, a cargo del I.N.T.A. u otro organismo, para discutir sistemas de clasificación y formar profesionales aquí y en el interior.

*Prego*: Creo que nos estamos alejando del orden del día. En la sesión plenaria ya trataremos el estado de la Ciencia del Suelo en nuestro país y recibiremos sugerencias para su mejoramiento. Hago moción para que dejemos por hoy estos problemas.

*Presidente*: Bien; entonces está a consideración de la asamblea el dictamen de la Comisión V.

*Guedes*: Voy a decir antes breves palabras. A pesar de que el informe de la Comisión es severo, no debemos alarmarnos por ello. Recogiendo las palabras elogiosas del Ing. DE LEÓN, creo honesto admitir que aún no hemos llegado al nivel deseado en los estudios de clasificación de suelos en nuestro país. Por ello hago moción de que se apruebe el dictamen y se tenga muy en cuenta para futuros trabajos de clasificación de suelos. Que se tome como una crítica constructiva y que sirva como punto de partida para una nueva era, en los estudios de esta especialidad en el país.

*Presidente*: Aclaro que al calificar el informe no quise darle otra interpretación que la de estricto. El dictamen está a consideración.

Se aprueba (*aplausos*).

COMISIÓN VI. — *Tecnología.*

Se da lectura al informe respectivo.

Asiste el Secretario de Agricultura y Ganadería de la Nación.

Se aprueba el informe, con un voto de aplauso a la labor de la Comisión.

Se continúa después con la discusión del resto de las ponencias presentadas.

Finaliza esta sesión a las diecisiete y cuarenta horas.

COMISIÓN VII. — *Mineralogía.*

Se da lectura al informe respectivo.

*Presidente*: A consideración de la asamblea el informe de la Comisión de Mineralogía.

Se aprueba sin objeciones, otorgándose un voto de aplauso por la labor de la Comisión.

COMISIÓN VIII. — *Varios.*

Se lee el informe.

*Presidente*: Está a consideración de la asamblea el informe de la Comisión Varios.

Se aprueba sin objeciones, con un voto de aplauso por la labor de la Comisión.

*Presidente*: No estando redactado el informe de la Comisión VI, por la prolongada duración que ha tenido la sesión respectiva, pasaremos ahora a tratar las ponencias.

(El debate de las mismas no se consigna aquí por no disponerse de la correspondiente versión, a raíz de un desperfecto del grabador. A continuación del acta se inserta el texto de las ponencias aprobadas.)

Siendo las veintiuna y treinta horas, se pasa a cuarto intermedio hasta el día siguiente.

A las dieciséis y treinta horas del once de septiembre de mil novecientos cincuenta y nueve, prosigue la sesión con la presidencia del señor M. L. A. Reichart.

## PONENCIAS APROBADAS

### I

La imposibilidad de incrementar sensiblemente la producción agraria argentina por la habilitación de nuevas tierras al cultivo ha sido demostrada en repetidas oportunidades.

En consecuencia, el objetivo siempre propuesto en todos los planes técnicos y políticos, de incrementar nuestra producción, se logrará, fundamentalmente, por un aumento de los rendimientos unitarios.

Esto sólo será posible mediante el concurso científico coordinado de especialistas de muchas disciplinas, entre las cuales se destacan, sin duda, las de Fertilidad y Nutrición Vegetal.

Por ello, la Primera Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo, resuelve:

Hacer llegar tal inquietud a las Facultades de Ciencias Agrarias del país, particularmente y, asimismo, a las reparticiones especializadas de orden nacional y provincial.

Alfredo M. Offermann.
Marino J. R. Zaffanella.

### II

Ante la necesidad de incrementar la producción agrícola, urge dar énfasis a las investigaciones sobre fertilidad.

El uso de radioisótopos configura una técnica cuyo dominio es indispensable para el mejor desarrollo de trabajos vinculados a la fisiología vegetal, problemas de nutrición y movilidad de elementos en las complejas relaciones suelo-planta.

Los trabajos realizados en los últimos años con radioisótopos constituyen un ejemplo de sus ventajosas aplicaciones en el campo edafológico.

La investigación con radioisótopos implica instalaciones y técnicas especiales, cuya divulgación es conveniente promover en los laboratorios de suelo y fisiología existentes.

Por ello, la Primera Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo, resuelve:

1) Solicitar a la Comisión Nacional de Energía Atómica el desarrollo de cursos sobre aplicación de radioisótopos en problemas de fertilidad de suelos.

2) Solicitar, asimismo, a esa Comisión, se facilite la habilitación de laboratorios de radioisótopos donde la existencia de instalaciones básicas de investigación de suelos garantice su eficiente aprovechamiento.

3) Aconsejar a las Facultades de Agronomía del país la implantación de cursos especiales sobre uso de radioisótopos en la investigación agrícola.

Rubén O. Meninato.

### III

La eliminación de los residuos domiciliarios en los grandes centros urbanos del país constituye un serio problema, agudizado aún más por el constante aumento de la población.

Las basuras, de composición muy variada y en gran parte fermentescibles, obligan a los municipios a invertir grandes sumas en su destrucción. Generalmente, esta actividad se reduce a desparramar los residuos sobre el terreno, que, convertido en basural, atenta contra la higiene y la estética; o bien los desperdicios son incinerados, muchas veces en forma incompleta, y sus cenizas o restos carbonizados e inertes depositados en vaciaderos.

Cualquiera de estas formas de eliminación insume importantes erogaciones, siendo el resultado final el mismo, es decir: creación de focos insalubres y terrenos estériles, con total desaprovechamiento de materias útiles.

Por ello, la Primera Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo, resuelve:

1) Recomendar a los municipios la utilización total o parcial de los residuos domiciliarios, para transformarlos en fertilizantes mediante la aplicación de alguno de los procedimientos conocidos.

2) Interesar a los organismos técnicos que de una u otra manera se preocupan por la conservación de la fertilidad del suelo, para que difundan tales sistemas de aprovechamiento de las basuras.

Edgardo J. Pécora

IV

La importancia creciente de la Silvicultura en la Argentina y las necesidades de la técnica forestal exigen la solución urgente de muchos problemas silvícolas relacionados con la Ciencia del Suelo.

Las instituciones forestales que carecen de personal especializado en Edafología no están en condiciones de realizar los estudios necesarios; en consecuencia, el único camino para ello es la colaboración estrecha y bien coordinada de esas instituciones con las que se dedican a la investigación de suelos.

El Departamento de Investigaciones Forestales de la provincia de Buenos Aires señala como mayormente importantes los siguientes estudios:

*a*) Estudio de los suelos ocupados por la vegetación forestal, tanto espontánea como artificial, en comparación con los suelos de uso agrícola o ganadero;

*b*) Estudio de los suelos llamados cabalmente forestales, aptos solamente para la explotación forestal por su calidad insuficiente para la agricultura y ganadería;

*c*) Estudio edafológico de los suelos erosionados y erosionables para formar la base científica de las técnicas tendientes a la utilización de los mismos para explotación forestal;

*d*) Censo de los objetivos más interesantes respecto de los suelos forestales ocupados por vegetación forestal en distintas zonas del país, para realizar posteriormente el estudio detallado de esos objetivos.

Por ello, y en consonancia con el anhelo del Departamento precitado, la Primera Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo, recomienda:

1) Estimular el contacto entre las instituciones forestales y las que realizan estudios edafológicos, para promover la planificación y coordinación de las investigaciones relativas a los suelos forestales del país.

2) Fomentar las investigaciones sobre suelos forestales, formando el personal especializado, tanto en los centros nacionales como en los extranjeros, é instalando los laboratorios correspondientes.

FOKA FOMIN.

V

La escasa evolución alcanzada por la técnica de la fertilización en los suelos de nuestro país gravita persistentemente sobre la producción agrícola-ganadera, ya que existen numerosos cultivos, en campos que económicamente responderían a la incorporación de fertilizantes, pero que son explotados con los medios precarios de una técnica agrícola que no extrae del suelo todo cuanto de él se podría lograr.

La verdadera tendencia mundial se orienta, en cambio, hacia una mayor producción y una mayor aplicación de fertilizantes, para lograr el máximo de volumen de productos en la misma superficie, obteniendo simultáneamente una disminución de los costos de producción.

En muchas oportunidades se han recomendado en nuestro país medidas de emergencia destinadas a favorecer la racionalización e incremento del uso de fertilizantes, pero, contrariamente a lo que cabía esperar, los hechos demuestran que, en lugar de mejorar la situación, ésta se ha empeorado por la depreciación de nuestro signo monetario y de los recargos del 20 % y 40 % que gravan la importación de fertilizantes simples y compuestos.

Como consecuencia de tales causas, el precio de los fertilizantes químicos se ha elevado considerablemente, haciéndose su empleo poco menos que inaccesible para el productor. De esta manera se retardan: la restitución de los nutrientes para mantener la productividad del capital suelo, la disminución de los costos de producción y el aumento de la producción agrícola y ganadera, imprescindible para mejorar nuestra afligente situación en materia de divisas.

Por todo ello, la Primera Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo, recomienda:

Solicitar al Equipo Económico Nacional la derogación de los recargos establecidos para la importación de fertilizantes químicos y materias primas específicas, por resultar contraproducentes para la tecnificación del campo argentino.

MARIO A. DI FONZO.

VI

En momentos en que el país apoya gran parte del proceso de recuperación ceonómica en el suelo agrícola, es obvio destacar la importancia de la Carta Nacional de Suelos.

Es preciso lograr cuanto antes el inventario de nuestro primer recurso natural, señalando su potencialidad productiva, la ubicación y magnitud de sus problemas y la clasificación de su aptitud, conforme

con los constantes requerimientos de los técnicos y economistas.

Este aspecto trascendental de la cartografía argentina debe merecer muy especial atención, en razón de que será necesario ajustar la actividad respectiva a normas especiales para la unificación, dentro de lo posible, del criterio de expresión cartográfica de los reconocimientos edafológicos o tareas afines de carácter geográfico (mapas ecológicos, agroclimáticos, etc.).

La experiencia viene demostrando que, dado el ritmo y densidad de los reconocimientos de suelos y, asimismo, por otras razones, puede considerarse como escala más apropiada para su representación la de 1 : 250.000, máxime, teniendo en cuenta que en la labor de campaña semidetallada suelen emplearse escalas de 1 : 50.000 y 1 : 100.000.

Por todo ello, la Primera Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo, recomienda:

1) El uso de la escala 1 : 250.000 en la preparación de la base cartográfica para elaborar la Carta Nacional de Suelos, con ayuda de los levantamientos y cartografía realizados por el Instituto Geográfico Militar, Dirección Nacional de Minería y otras reparticiones.

2) La creación de una Comisión Nacional integrada por representantes de la Nación, de las Provincias, de las Universidades y de entidades privadas, cuyos objetivos principales serían:

*a*) Aunar criterios con respecto a la cartografía básica indispensable para los levantamientos edafológicos;

*b*) Preparar un código de símbolos cartográficos para uso edafológico;

*c*) Unificar la representación cartográfica de la Carta Nacional de Suelos y cartas especiales de Erosión, Regadío, Colonización, Agroecológicos, etc.

Guillermo L. Estany.

## VII

El plan de tareas de la empresa nacional de Agua y Energía Eléctrica abarca, prácticamente, todas las zonas de riego compensatorio e integral del país.

La posibilidad de realización de los numerosos estudios previstos, justifica, en consecuencia, un mayor acercamiento con los organismos nacionales y extranjeros dedicados a la Ciencia del Suelo.

Por ello y, recogiendo el anhelo de dicha empresa nacional, la Primera Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo, recomienda:

Estimular una efectiva acción de conjunto entre Agua y Energía Eléctrica y los organismos especializados en el desarrollo de la Ciencia del Suelo, principalmente en cuanto se refiere a: 1) clasificación, mapeo y uniformación de signos y símbolos; 2) estudio de dotaciones y manejo del agua, de acuerdo con los distintos tipos de suelos.

Ricardo E. Wydler.

## VIII

La crisis de producción del campo argentino fundamenta medidas encaminadas a mantener y recuperar la fertilidad de los suelos, actualmente comprometida por la constante explotación sin control.

El uso racional de los fertilizantes permitiría equilibrar el acentuado desnivel nutritivo que se registra como consecuencia de la extracción continua de las cosechas y de la producción ganadera.

Por ello, la Primera Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo, recomienda:

1) Multiplicar los ensayos de fertilización que vienen desarrollando los organismos oficiales, incluyendo en el programa a las estaciones experimentales que aun no han podido encararlos.

2) Ampliar la difusión de los resultados obtenidos en tales ensayos y orientar a los productores de las zonas respectivas en la aplicación de fertilizantes.

Ulises Tortorelli.

## IX

De acuerdo con los antecedentes proporcionados en la comunicación ''Consideraciones sobre el control edafoecológico de tucuras (Orth., Acridioidea) en Argentina'', la Primera Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo, resuelve aconsejar:

1) Que se auspicie la realización de investigaciones sobre la ecología de las áreas de oviposición de los acridios de zonas áridas y semiáridas, con la finalidad mediata de provocar en ellas una incompatibilidad para la vida de esos insectos o de obtener su control ecológico o, por lo menos, su disminución cuantitativa.

2) Que se lleve a cabo por las entidades oficiales y privadas correspondientes el estudio sistemático,

fitogeográfico, biológico, fitoquímico y ecológico de las especies perennes de *Atriplex*, con el objeto de su posible domesticación y para encontrar los procedimientos de cultivo y de mejoramiento respectivos.

3) Que se estudie la posibilidad de cultivar especies de *Atriplex* como forrajeras en zonas áridas y semiáridas invadidas por tucuras y como elementos frenadores de la erosión.

4) Que por medio de los agregados culturales de las embajadas de Australia e Israel, o por delegaciones enviadas a esos países, se obtengan todos los antecedentes sobre la utilización de las especies de *Atriplex* (*A. halimus* en Israel y *A. numularia* en Australia) para ensayar su posible aclimatación y cultivo en las zonas semiáridas y áridas del país.

José Liebermann.

X

Sentada la premisa de que la fertilización es uno de los factores fundamentales del aumento de la productividad agropecuaria nacional, la Primera Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo recomienda:

1) Impulsar un plan de investigaciones de fertilidad, que cubra el territorio agrícola y que conduzca ensayos en los diferentes tipos de suelos.

2) Realizar el reconocimiento de suelos, dando prioridad a las áreas que presentan problemas de manejo.

3) Interesar al Poder Ejecutivo para que arbitre las medidas conducentes a disponer de fertilizantes en cantidades adecuadas y a un precio que permita mantener una relación producto-fertilizantes más racional.

4) Promover el uso directo de fertilizantes, más bien que el de mezclas, sobre todo cuando los ensayos indiquen la falta de un solo elemento; estimular con preferencia el comercio de fertilizantes simples.

5) Dar prioridad a la selección de cepas y producción comercial de bacilos radicícolas de los diferentes grupos, teniendo en cuenta la importancia que revisten las leguminosas en la rotación de cultivos.

Manuel Elgueta G.

XI

Teniendo en cuenta el interés con que el periodismo nacional ha recogido las distintas expresiones de esta Reunión, a juzgar por la profusa información que suministrara al respecto, y valorando en todos sus alcances la innegable influencia que el concurso permanente del mismo ha de ejercer en la gradual formación de la conciencia sobre el conocimiento y cuidado de los suelos, que el país viene reclamando con apremio; la Primera Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo, resuelve:

Dejar constancia de su vivo reconocimiento al periodismo escrito y oral del país por el apoyo brindado a la Reunión, exhortándolo a intensificar su labor informativa sobre los constantes adelantos que se registran en la materia y, asimismo, de esclarecimiento de los múltiples problemas de suelos que restringen el mejor desarrollo de la producción agropecuaria nacional.

Julio Ipucha Aguerre.

## SESIÓN PLENARIA DE DISCUSIÓN DE ADELANTOS EN LA CIENCIA DEL SUELO EN LA ARGENTINA

(ACTA Nº 4)

En Buenos Aires, siendo las nueve horas del once de septiembre de mil novecientos cincuenta y nueve, se da por iniciada la sesión, bajo la presidencia del señor M. A. L. Reichart y la secretaría del señor J. Ipucha Aguerre.

El presidente propone que la asamblea se constituya en comisión para tratar los proyectos presentados por la Comisión Organizadora.

La asamblea se constituye en comisión con la presidencia del señor A. J. Prego y la secretaría del señor R. V. A. Caravello, leyéndose seguidamente el siguiente informe.

### Informe de la Comisión Organizadora sobre el tema de la sesión

Para hacer un balance del estado actual de la Ciencia del Suelo en nuestro país, es necesario considerar las distintas etapas que van desde la Universidad, creadora de conocimientos, hasta la tecnología del suelo, beneficiaria de esos conocimientos.

En el nivel universitario, el estudio de la Ciencia del Suelo, al contrario de lo que ocurre con otras ciencias, se limita al curso de la asignatura denominada Edafología en las distintas Facultades que se ocupan de ciencias agrarias y al enfoque de algunos puntos sobre mecánica de suelos en Facultades de Ingeniería. En los últimos tiempos se ha intentado dictar materias de la especialidad en algunas Facultades de Ciencias Naturales, como en Salta.

El interés que se le asigna en el ámbito universitario argentino a los estudios del suelo, no guarda relación con la importancia científica y económica de los mismos. Se hace necesario corregir esa deficiencia; el problema está en la forma de hacerlo.

Podría pensarse en la creación de una nueva carrera universitaria, pero, en verdad, dadas las condiciones económicas del país, no surge un panorama muy promisorio para los que egresarían de la misma; en segundo lugar, se contribuiría con ello a la atomización de los estudios de las ciencias naturales. La solución podrá estar en cursos para graduados de aquellas escuelas que tuvieran una adecuada preparación en matemática, física, química y biología.

Mejorada por cualquiera de estos caminos la preparación de los especialistas, se impone asegurar las condiciones en que éstos han de desarrollar su acción con eficiencia. En este aspecto valen para los estudios del suelo, lo que para cualquiera otra ciencia, la tranquilidad espiritual y económica del investigador en un medio adecuado, libre de prejuicios de cualquier orden, sean ellos profesionales, políticos, raciales o de credo; en un medio así, la capacidad creadora del individuo tiene ocasión de manifestarse plenamente, sintiéndose respetado por la sociedad a la cual dedica toda su actividad.

No basta todo eso si no se cuenta con los medios que posibiliten la materialización de las especulaciones investigativas. Se hace necesario, entonces, superar las dificultades de orden económico y administrativo que traban la adquisición de libros, revistas, aparatos, drogas, etc., único medio que hará fructífera la labor del investigador.

Como corolario de todo este panorama, ha de desterrarse la peregrina idea, arraigada en muchos ambientes, de que la investigación es un lujo que debe dejarse para los países más desarrollados. La verdad es bien distinta; la tarea de investigación se adelanta a las realizaciones de la tecnología, constituyendo el fundamento de las materializaciones prácticas. En el campo de la Ciencia del Suelo, la Argentina no ha salido del período de formación; la inadecuada preparación de los que se inician en esta rama del conocimiento, la falta de elementos que hemos puntualizado y, por sobre todo, la incomprensión del verdadero valor de estos estudios, ha frenado el desarrollo de esa disciplina.

Debe procurarse, pues, remediar esta situación, elevando el nivel científico de los que se inician en las actividades edafológicas, con la creación de cursos que los capaciten para la especialidad a la que se han de dedicar; estimulando el perfeccionamiento de los que ya están en ella, mediante cursos, becas a centros extranjeros y facilitando el acceso a la bibliografía mundial; y, por último, asegurando la provisión de los elementos imprescindibles para la aplicación de los conocimientos logrados.

En consonancia con las razones expuestas, la Comisión Organizadora de la Primera Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo somete a la consideración de la asamblea los siguientes proyectos de resolución:

1. Gestionar ante las Universidades la creación de cursos de Edafología para graduados en aquellas Escuelas que tengan una adecuada preparación en matemática, física, química, mineralogía, geología y biología.

2. Gestionar ante los distintos organismos vinculados a los estudios edafológicos, mayores fondos para la adquisición de revistas y libros.

3. Facilitar la concurrencia de técnicos argentinos a centros extranjeros de investigación.

4. Seleccionar la concurrencia de técnicos extranjeros para dictar cursos de perfeccionamiento en el país.

5. Interesar a los organismos que se dediquen a temas edafológicos en la intensificación de los estudios básicos y el planeo de la experimentación, atendiendo no sólo a los problemas actuales, sino también a los que en el futuro puedan tener importancia para nuestro país.

6. Gestionar la creación de cursos de especialización e intensificación para peritos agrónomos, a fin de contar con expertos agrarios capaces de aplicar y difundir los resultados de la investigación y experimentación.

Discusión de los proyectos que anteceden

Nº 1.

*De Sanctis*: Propongo se gestione el dictado de cursos de varios años de extensión en la Universidad y no de cursillos.

*Zaffanella*: ¿Hay profesores capacitados para ello?

*Olmos*: Hay en el país personal capacitado; en Cuyo se han dictado cursos de salinidad del suelo de una extensión de ocho clases con buena asistencia de alumnos.

*Prego*: Para obtener un mayor aporte se podría contratar técnicos extranjeros.

*Halperín*: La Sección Argentina de la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo podría ocuparse de la organización de tales cursos de carácter regional.

*Averbach*: En lugar de organizar cursos para graduados con fuerte preparación matemática, física y química, mejor sería que los ingenieros agrónomos intensificaran sus conocimientos en esas materias. En cuanto a la venida de técnicos extranjeros, sin perjuicio de adoptar tal medida, sería conveniente el envío de técnicos argentinos con experiencia al extranjero; a menudo, como consecuencia del envío de personas sin experiencia, se encuentra que a su regreso al país no poseen el instrumental con que contaron en el extranjero.

*Musi*: Deben intensificarse los estudios edafológicos dentro de la carrera.

*López Barreto*: No deben venir técnicos extranjeros, sino enviarse técnicos argentinos que se especialicen en el exterior y que vuelvan al país para aplicar los conocimientos adquiridos.

*Zaffanella M. G. de*: No puede generalizarse la conveniencia de enviar o traer técnicos; deben contemplarse los dos temperamentos según los casos.

*Molina*: Sería conveniente recuperar los buenos técnicos que han dejado la especialidad para dedicarse a otras funciones.

*De León*: Es evidente que los graduados deben tener una fuerte preparación básica de física, química y biología.

*Liebermann*: He presentado un proyecto a las autoridades universitarias, con miras a la creación de una cátedra de recursos renovables, desconociendo hasta ahora el trámite que se ha dado a ese proyecto.

*Etchevehere*: Respecto de los problemas de especialización, mi propia experiencia me ha enseñado que los mejores profesores son los más cultos y no los más especializados.

*Amor Asunción*: Hay que tener en cuenta la falta de recursos económicos y no olvidar que los estudios agronómicos son fundamentalmente de aplicación tecnológica.

*Zaffanella*: Para cerrar el debate, propongo, en torno a la conveniencia de las dos formas de encarar los estudios, esto es, generales y especializados, la siguiente moción: Ante la existencia de dos corrientes de opinión, una en el sentido de mantener las características actuales de la Escuela de Agronomía y la otra de especialización, que incluiría la subdivisión de la carrera, esta Reunión no toma partido por ninguna de ellas.

Se aprueba la moción del Sr. Zaffanella.

Nº 2.

Se aprueba sin discusión.

Nº 3.

*Merzari*: Deben enviarse al extranjero técnicos formados que tengan una especialidad y que hayan demostrado su vocación; en ese sentido propongo un agregado al proyecto presentado por la Comisión Organizadora.

Se somete a la consideración de la asamblea la modificación sugerida por el Sr. Merzari. Se aprueba sin discusión, quedando la resolución redactada en la siguiente forma: Facilitar la concurrencia de técnicos argentinos a centros extranjeros de investigación, debiendo recaer la elección en técnicos ya entrenados y que hayan demostrado su vocación.

Nº 4.

*Etchevehere*: Es necesario organizar adecuadamente el aprovechamiento de los técnicos que vengan al país; en ese sentido debo destacar los beneficios aportados por la visita del Dr. Lawrence Farstad.

*Merzari*: Propongo un agregado al proyecto, de que sea consultada la opinión de los técnicos argentinos acerca de los especialistas que se traigan al país para dictar cursos de perfeccionamiento para graduados.

Con el agregado propuesto por el Sr. MERZARI, se aprueba el proyecto, el que queda así redactado: Seleccionar, consultando la opinión de los técnicos argentinos, la concurrencia de especialistas extranjeros para dictar cursos de perfeccionamiento en el país.

Nº 5.

Aprobado sin discusión.

Nº 6.

Aprobado sin discusión.

### DISCUSIÓN DE PROYECTOS PRESENTADOS POR MIEMBROS DE LA REUNIÓN

*Pontussi*: Propongo se gestione la venida al país de un especialista en riego.

*Guedes*: La F.A.O. envía uno que a va actuar en el I.N.T.A.

*Wydler*: El país cuenta con técnicos que conocen sus necesidades en ese aspecto.

*De Sanctis*: En el país no hay técnicos especialistas en corrección de torrentes y sería interesante gestionar la venida de un técnico extranjero.

*Abitbol*: Se encuentra en el país el Dr. GOOR, de Israel.

*Molina*: Sería interesante gestionar la venida de un especialista en "silting".

*Prego*: Se debería gestionar también la venida de un conservacionista.

*Calcagno*: También sería interesante la venida de un especialista en Geografía de Suelos.

*Miaczynski*: Apoyo el pedido del Sr. CALCAGNO, sugiriendo que dicho técnico estuviera especializado en suelos de pradera, pudiendo ser invitado el Dr. RIECKEN.

*Prego*: Para resumir lo expuesto en el debate, propongo esta iniciativa: Gestionar la venida al país de técnicos especialistas en Tecnología de Riego, en Conservación de Suelos Áridos y Semiáridos y en Geografía de Suelos de Pradera.

Sometida a la consideración de la asamblea, es aprobada.

*Zaffanella*: Con relación a la iniciativa anterior, propongo que la Sección Argentina mantenga informados a los socios sobre la venida al país de técnicos extranjeros.

*Musi*: Propongo el siguiente agregado al proyecto del Sr. ZAFFANELLA: Gestionar la concurrencia de los socios de la Sección Argentina a los cursos que puedan dictar aquellos especialistas y, en el caso que se limite el número de concurrentes, que la selección se haga por concurso.

Se aprueba el proyecto del Sr. ZAFFANELLA, con el agregado del Sr. MUSI.

*Averbach*: Propongo, como expresión de deseos y con el objeto de mejorar la enseñanza: Gestionar ante la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires, la creación de un campo experimental anexo a dicha casa de estudios.

Se aprueba.

*Zaffanella*: Dado el escaso número de especialistas en Geografía de Suelos en el país, sería interesante ver en qué forma los especialistas de otras disciplinas podrían colaborar con aquéllos.

*Etchevehere*: En otros países, aun latinoamericanos, como Chile y Uruguay, hacen cartografía incluso los conservacionistas y, por otra parte, los geógrafos están mucho más especializados.

*De León*: El problema de Geografía de Suelos no es de número sino de organización, puesto que si fuera por el número el mismo trabajo necesitaría más o menos tiempo, según los técnicos dedicados a esa actividad; por otra parte, la tarea de Geografía de Suelos no debe ser encarada únicamente por los técnicos federales, sino también por los técnicos regionales.

*Zaffanella*: Propongo se levante la sesión y que esta tarde se reúna la asamblea en sesión plenaria para tratar el informe de Comisión.

Aprobado. Se levanta la sesión de comisión, pasando a cuarto intermedio la plenaria, siendo las doce y treinta horas.

Por la tarde, a las dieciséis horas, se reinicia la sesión plenaria, con la presidencia del Sr. M. A. L. REICHART.

Sometidos a la consideración de la asamblea los proyectos de resolución expuestos en la sesión de comisión de la Reunión, se aprueban.

## PROYECTOS DE RESOLUCIÓN APROBADOS

1. Ante la existencia de dos corrientes de opinión, una en el sentido de mantener las características actuales de la Escuela de Agronomía y la otra de especialización que incluiría la subdivisión de la carrera, esta Reunión no toma partido por ninguna de ellas.

2. Gestionar ante las autoridades de los distintos organismos vinculados a los estudios edafológicos mayores fondos para la adquisición de revistas y libros.

3. Facilitar la concurrencia de técnicos argentinos a centros extranjeros de investigación, debiendo recaer la elección en profesionales ya entrenados y que hayan demostrado su vocación.

4. Seleccionar, consultando la opinión de los técnicos argentinos, la concurrencia de especialistas extranjeros, para dictar cursos de perfeccionamiento en el país.

5. Interesar, como expresión de deseos, a las autoridades de los organismos que se dedican a temas edafológicos, en la intensificación de los estudios básicos y el planeo de la experimentación, atendiendo no sólo a los problemas actuales, sino también a los que en el futuro puedan tener importancia para nuestro país.

6. Gestionar la creación de cursos de perfeccionamiento e intensificación para peritos agrónomos a fin de contar con expertos agrarios capaces de aplicar y difundir los resultados de la investigación y experimentación.

7. Gestionar la venida al país de técnicos especialistas en tecnología de riego, en conservación de suelos áridos y semiáridos y en geografía de suelos de pradera.

8. La Sección Argentina de la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo mantendrá informados a los socios sobre la venida al país de técnicos extranjeros y gestionará la concurrencia de aquéllos a los cursos que puedan dictar dichos especialistas y, en el caso que se limite el número de concurrentes, que la selección se haga por concurso.

9. Gestionar ante la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires la creación de un campo experimental anexo a dicha casa de estudios.

Siendo las dieciséis y veinte horas se levanta la sesión.

# SESIÓN PLENARIA DE CLAUSURA

(ACTA Nº 5)

En Buenos Aires, a once de septiembre de mil novecientos cincuenta y nueve, siendo las dieciséis y cincuenta horas, comienza la sesión de clausura, bajo la presidencia del titular, Sr. M. A. L. Reichart; actúa como secretario el Sr. J. Ipucha Aguerre. Asisten: el Secretario de Agricultura y Ganadería de la Nación, Dr. Ernesto Malaccorto, el Jefe de la Oficina de Información de la O.E.A., Sr. Julio C. Banzas, el Director General y Directores Asistentes del I.N.T.A., Ings. Agrs. Ubaldo C. García, Norberto A. R. Reichart y Dr. José M. Quevedo, respectivamente; el Presidente del Consejo Profesional de Ingeniería Agronómica, Ing. Agr. Mario A. Di Fonzo, y la Delegación del Uruguay, presidida por el Ing. Agr. Carlos A. Fynn.

## APROBACIÓN DE ACTAS

Se aprueban las actas números 1, 2, 3 y 4, correspondientes a las sesiones plenarias anteriores.

### Elección del lugar y fecha de la realización de la Segunda Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo

El presidente invita a los miembros asistentes a proponer la ciudad en que tendrá lugar la Segunda Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo.

A indicación del Sr. Guedes, que lo hace "en mérito a la seriedad de los trabajos presentados por la delegación de Cuyo", se aprueba por aclamación la ciudad de Mendoza como sede de la próxima Reunión.

En cuanto a la fecha de realización de la Segunda Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo, a propuesta del Sr. Caravello, se aprueba por unanimidad el mes de septiembre de 1961, dejando librado al criterio de la Comisión Organizadora de dicha Reunión fijar el día de inauguración.

### Homenaje a Sarmiento

Luego de un breve cuarto intermedio, se reanuda la sesión, tomando la palabra el Sr. De Sanctis Aubone, quien fundamenta un homenaje a Sarmiento con las expresiones siguientes:

Coincide la fecha de clausura de esta importante Primera Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo, con el 71º aniversario de la desaparición física del ex Presidente y extraordinario civilizador americano DOMINGO FAUSTINO SARMIENTO.

Yo, como comprovinciano, como argentino, señores Delegados, estimo que no debemos pasar inadvertida esta circunstancia en el seno de esta Reunión, haciendo una breve pausa a nuestras tareas para rendir justiciero y emocionado homenaje al gran sanjuanino, ya que en su infatigable quehacer ciudadano, a través de una larga y fructífera vida, como educador y estadista de facetas geniales, volcó todas sus energías y afanes en procura del progreso del país en todos sus órdenes, ya que nada escapó a las inquietudes de su recia personalidad.

Dedicó especial atención al incremento agropecuario del país. Entendía que los recursos naturales debían defenderse, y propugnó por el mejoramiento de la técnica y prácticas agrícolas, con beneficio directo para la economía nacional.

Creó quintas frutales y fundó la Quinta Agronómica de San Juan, hoy Escuela de Fruticultura y Enología. Fue un precursor en materia de enseñanza agrícola e impulsó su difusión. No concebía la escuela del medio rural sin un pequeño tambo y una plantación forestal. Introdujo por primera vez a la República, especies vegetales y semillas tales como el eucalipto, el mimbre y otras más. Fomentó con sabio criterio la forestación, realizando como educador una intensa campaña de amor al árbol, como elemento de civilización. Le extrañaba y afligía cuando observaba la inconmensurable llanura argentina, desprovista casi de ejemplares arbóreos, lo que le hacía exclamar: "La pampa es como nuestra República, tabla rasa; hay que escribir sobre ella árboles".

Su figura se agiganta en el tiempo, siendo el eterno contemporáneo por la herencia de cultura y progreso que nos legó. Pongámonos un instante de pie en homenaje a su memoria.

Cumplido el homenaje y pronunciados los discursos que se transcriben a continuación, se levantó la sesión a las dieciocho y veinte horas.

## Discurso del Presidente de la Reunión, Ingeniero Agrónomo Manfredo A. L. Reichart

*Llega hoy a su término la Primera Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo, que ha reunido durante cinco días de intensa labor a técnicos y especialistas de todos los rincones del país, en una magna asamblea científica convocada para estudiar y buscar soluciones a los numerosos problemas que afectan la conservación y productividad de nuestro principal recurso natural agrícola-ganadero, que es el Suelo.*

*Los estudios realizados han abarcado todas las ramas de la Ciencia del Suelo, reuniendo en magistral armonía la ciencia pura, hasta en sus manifestaciones de más alta especialización, con la faz técnico-práctica, dirigidas ambas en el sentido de poner al alcance del productor agropecuario los avances científicos y tecnológicos logrados en los gabinetes y campos experimentales.*

*El resultado de este certamen es altamente positivo y redundará, sin duda alguna, favorablemente sobre la futura economía agropecuaria argentina.*

*Los aspectos más sobresalientes tratados han girado fundamentalmente alrededor del complejo problema de la conservación del suelo y del agua, por medio de un manejo racional de los mismos, de trascendente importancia en estos momentos en que se pide y espera del campo una elevada producción agropecuaria.*

*Se han tratado en este sentido, con capacitación, los más variados aspectos del problema, puntualizándose las necesidades y exigencias correspondientes a las diferentes regiones agro-económicas del país.*

*Se ha dejado claramente establecido que la incrementación de productividad no puede buscarse por vía del aumento del área en explotación, sino preferentemente por elevación de rendimientos, que deberán lograrse por mejoramiento de las prácticas de manejo del suelo, que aseguren su uso eficiente y productividad continuada en el tiempo.*

*Diversificación de la producción hacia la explotación mixta agrícola ganadera; elevación de las disponibilidades de forrajes por pastoreo racional y transformación de las pasturas naturales en artificiales; recuperación física y químico-biológica de los suelos agotados, por medio de rotaciones de cultivo, con inclusión de ciclos de explotación ganadera; eliminación de la quema del rastrojo y cultivo bajo cubierta cuando las circunstancias lo exigen; manejo*

*eficiente del agua de lluvia para acumular suficiente humedad en el suelo y prevenir la erosión hidráulica del excedente que corre por escurrimiento; elevación de la fertilidad por incrementación de su contenido de materia orgánica o agregado de fertilizantes cuando la experiencia así lo aconseja; son todas ellas prácticas recomendadas para el logro del aumento de la producción agropecuaria, corroboradas ampliamente por un sinnúmero de evidencias científicas y experiencias técnicas, expuestas por un elevado número de investigadores.*

*Estudios de clasificación y determinación de aptitud agrológica de suelos y su expresión cartográfica, abarcando más de cinco millones de hectáreas en la provincia de Buenos Aires y también en grandes zonas de futuro regadío, en Formosa, Río Negro, Chubut y otros, constituyen otro aspecto tratado de capital importancia práctica y económica.*

*Investigaciones y estudios de fertilidad y tecnología agropecuaria, relativos a problemas de fertilización; reconocimientos agroecológicos con fines de riego; dinámica de la salinización; aprovechamiento de agua subterránea; rozado de suelos bajo monte o selva; técnicas de fijación de médanos; problemas de labranza y cortinas forestales, etc., han contribuído igualmente a disipar muchas dudas, aclarar conceptos y elevar sustancialmente el monto de la información disponible para muchas regiones económicamente importantes del país.*

*No menos numerosos han sido, finalmente, los aportes en el campo de la metodología relativa a técnicas analíticas, físicas, químicas, fisicoquímicas y biológicas, y diseño de nuevo instrumental analítico, demostrándose también gran inquietud en este aspecto de la ciencia del suelo.*

*De estas breves consideraciones efectuadas, se desprende que paulatinamente el estudio del suelo en nuestro país es abarcado y enfocado casi desde todos los ángulos, es decir, en forma integral, significando ello que el número de investigadores y la inquietud de los mismos se ha elevado considerablemente en estos últimos años, y que a corto plazo debemos esperar contribuciones valiosas que permitirán fijar normas más precisas y racionales del uso del suelo, en beneficio de una mejor explotación de los recursos potenciales de nuestras tierras agrícolas productivas, y de rehabilitación de aquellas agotadas o desgastadas.*

*Señores delegados: he procurado sintetizar en grandes rasgos la labor desarrollada por esta Asamblea Científica de Suelos, que inmerecidamente me ha tocado presidir por mandato vuestro. Os expreso muy emocionado en nombre del Instituto Agrotécnico y Económico de Misiones, al que represento, mi sincero reconocimiento por la deferencia que habéis dispensado a la institución referida y a mi persona.*

*Haciéndome intérprete de los sentimientos de todos ustedes, me complazco en expresar a la distinguida delegación uruguaya, que brillantemente ha actuado, nuestro profundo agradecimiento y las seguridades de nuestros más nobles sentimientos de fraternidad.*

*Para la Organización de los Estados Americanos, tan dignamente representada por el director de la zona sur del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Ing. Elgueta, y para el Director de la Oficina local de Información, que nos ha brindado tan generosa hospitalidad, también nuestro sincero agradecimiento.*

*Igualmente quiero expresar al señor Secretario de Estado de Agricultura y Ganadería de la Nación nuestro agradecimiento más sincero por prestigiar con su presencia este acto de clausura, como así también al señor Subsecretario de Agricultura y Ganadería de la Nación y a las autoridades del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, por el decisivo apoyo moral y material prestado, que ha posibilitado la realización de esta Primera Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo.*

*Finalmente, y para terminar, propongo un voto de aplauso y reconocimiento para la Comisión Organizadora, por el esfuerzo realizado, clave indiscutible del éxito de la Reunión.*

## Discurso del Presidente de la Delegación de la R. O. del Uruguay, Ing. Agr. Carlos A. Fynn

*Las autoridades de esta Reunión han tenido la deferencia de invitarnos a hacer uso de la palabra en esta oportunidad, lo que hago complacido, pues ello me permite expresar, en representación de las autoridades del Ministerio de Ganadería y Agricultura y de la Facultad de Agronomía de mi país y en la de los compañeros de la delegación que integro, la satisfacción con que vemos la realización de estas jornadas, por cuanto ellas constituyen un ponderable esfuerzo tendiente al mejoramiento de la investigación edafológica en esta región de la América del Sur.*

*La Ciencia del Suelo es, sin duda, el principal basamento del desarrollo económico de nuestra producción, que en lo que atañe directamente a nuestro país, constituye única fuente positiva de riqueza, sobre la que se asienta toda nuestra economía.*

*El conocimiento de los suelos que integran una nación, es indispensable para planificar racionalmente el desarrollo agropecuario del país, en el momento en que la confluencia de factores diversos, entre los cuales se destacan la presión del incremento de la población, la declinación del nivel de producción de los suelos, las exigencias de un mejor y más alto standard de vida y otras muchas circunstancias imponderables, obligan a mejorar e intensificar la producción unitaria. Mientras la iniciativa privada, respondiendo al libre juego de los intereses involucrados, fue capaz de dar satisfacción a todas las necesidades de la Nación, no se vio con claridad el importante rol que juega la investigación en mantener los índices de producción y en mejorar los rendimientos unitarios, pero cuando se requiere una mejor y mayor producción para satisfacer las necesidades incrementantes de la población, surge como inaplazable la aplicación de la ciencia en el logro de esos objetivos.*

*En esta disciplina científica, aparece como impostergable el conocimiento previo del inventario de recursos con que cuenta el investigador, para desarrollar y mejorar esos recursos. De ahí la trascendente importancia que tiene la clasificación y cartografía de suelos, que si bien no tiene necesariamente que ser previa a toda otra investigación, sólo cuando ella haya adquirido un cierto grado de información, las otras conquistas logradas por otras disciplinas adquieren la generalización necesaria para que tengan verdadera utilidad.*

*Las investigaciones estrictamente científicas, ya sea en física, química, o biología de suelos, como aquellas aplicadas, realizadas en tecnología, adquirirán una especial significación, cuando puedan ser concretadas con una racional y moderna clasificación e incluso cuando ellas puedan ser localizadas dentro de unidades cartográficas definidas.*

*Recién así podrá realizarse íntegramente la trascendencia de todo ese conglomerado de esfuerzos científicos, que a veces pueden considerarse inconexos y aislados, pero que en la forma preindicada, contribuyen rápidamente al mejoramiento y tecnificación de la producción.*

*Por esta razón es que me parecen de una notable trascendencia las conclusiones a que se arribó en la comisión de Génesis, Clasificación y Cartografía, porque si bien su informe puede merecer el calificativo de severo, tiene por otra parte la virtud de su total objetividad y la valentía de expresar la verdadera situación en que vivimos, permitiendo acortar distancias para alcanzar el objetivo perseguido.*

*Finalmente, creo que debe destacarse una vez más, que la responsabilidad de encauzar y desarrollar la producción agropecuaria real en gran parte es la actividad de la investigación edafológica, por lo que me permito formular votos porque la Sección Argentina de la Ciencia del Suelo continúe con la línea de acción que se ha trazado en esta oportunidad y en la cual nosotros pretendemos cooperar en la medida de nuestras fuerzas.*

## Discurso del Secretario de Agricultura y Ganadería de la Nación, Dr. Ernesto Malaccorto

*El Gobierno y los hombres de nuestro campo contraen desde hoy, en que se dan por finalizadas estas deliberaciones, una deuda de gratitud con las entidades organizadoras y con los señores delegados a la Primera Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo.*

*Un somero análisis de las conclusiones aprobadas, destaca su importancia y compromete esfuerzos e inquietudes, para que las recomendaciones aprobadas, sólidamente fundadas en las últimas conquistas sobre la materia, puedan concretarse en un ambicioso pero inaplazable programa de acción, de estudios y de experimentación.*

*El adelanto en la tecnología agraria, necesidad que hoy nadie osa discutir y que felizmente ya es conciencia nacional, tiene que darse en forma simultánea y bien integrada en diferentes aspectos, a saber: el empleo del suelo, a fin de aprovechar toda su fertilidad sin empobrecerlo, antes bien acrecentando su fuerza productiva; el uso de semillas seleccionadas; la lucha contra las plagas y enfermedades; el desarrollo creciente de la mecanización.*

*Es evidente que hemos avanzado mucho hacia la obtención de resultados en algunos de los puntos que se mencionan. Existen, con todo, aspectos de la sanidad vegetal y animal, que por los grandes recursos y elementos que se requieren, presentan deficiencias que aspiramos corregir con el mayor*

*empeño. Y lo mismo cabe decir en punto a mecanización del agro.*

*Acerca de la investigación científica del suelo, las opiniones coinciden en que debe constituir la base fundamental de la tecnificación que propugnamos. En naciones más evolucionadas que la nuestra, el estudio del suelo, con miras a proteger e incrementar la producción, ha sido y sigue siendo motivo de permanente preocupación, invirtiéndose cuantiosos recursos en los institutos y en los trabajos destinados a este fin.*

*Es lógico que así ocurra, porque de todos los dones que la naturaleza ha puesto en las manos del hombre para conservar su vida y mejorarla, ninguna es más indispensable que la tierra. La empresa agrícola hunde así integralmente sus raíces también en el campo social, y se fundamenta en el suelo. De la habilidad y conocimientos más completos que el trabajador agrario tenga sobre la forma de aprovecharla, dependerá la calidad y el volumen de su producción; en pocas palabras, su propia prosperidad, que será la prosperidad del país todo.*

*De aquí nace esa gran preocupación a que he aludido y que en nuestro país cobra una extraordinaria significación. Porque, como muy bien se ha dicho, ya no es fácil, ni posible, como antaño, crecer en extensión; todas las tierras con aptitudes agrícolas y ganaderas suficientemente demostradas, ya están trabajadas y en producción.*

*Sobre el manejo inadecuado del suelo se ha ocupado la CEPAL en su reciente estudio sobre el desarrollo económico de la Argentina, expresando que tal hecho explica la existencia de enormes y graves focos de erosión hidráulica en las provincias de Corrientes, Misiones, Tucumán, Jujuy y Salta. Además, importantes superficies regadas en algunas de estas provincias se encuentran afectadas por un proceso de salinización y alcalinización, debido a un defectuoso sistema de avenamiento. Señala también que el manejo inadecuado del suelo y del agua de riego ha provocado la pérdida a veces total de la materia orgánica de los suelos y, por ende, su inutilización parcial o total para el cultivo.*

*Estamos pues en presencia de un gravísimo problema, al que hay que dar soluciones rápidas y eficaces. La erosión no espera para multiplicar sus devastadores efectos y el país no está en condiciones, lo que por otra parte sería inconcebible, de permanecer indiferente, cruzado de brazos, frente a la desintegración y anulación gradual de sus suelos, que es lo mismo que decir, del porvenir de sus industrias madres, de su progreso y de su riqueza.*

*No es tarea muy sencilla ni fácil poner en movimiento un plan de acción definitivo y de muy vastos alcances en esta materia. Felizmente, los productores agropecuarios conocen ahora y palpan en toda su significación la intensidad y las consecuencias del problema que los afecta, como es posible que conozcan también cuál es el valor inapreciable de la utilización de fertilizantes, poco difundidos, porque aún no se han encontrado fórmulas económicas para su aplicación integral, lo que obliga a sustituirlos mientras tanto por un consciente y adecuado sistema de rotación de cultivos y manejo de pasturas.*

*La historia completa del suelo aún no se conoce íntegramente. El hombre apegado a la tierra ha ido descubriendo muchos secretos; pero la incidencia de factores tan diversos como el agua, temperatura, los organismos que viven en la tierra, y a su vez los cultivos y el clima, hacen que la más pequeña parcela presente problemas que aún no hemos desentrañado totalmente.*

*Es por todo ello, señores, que atribuyo a los resultados de esta Reunión una trascendencia singular, en orden al proceso en que estamos empeñados de la rehabilitación económica del país, y uno de cuyos pilares de sustentación será el retorno de la producción agropecuaria a los altos niveles que nos dieron un lugar de preeminencia en el mundo.*

*Señores Delegados: con estas breves palabras, declaro clausuradas las deliberaciones de esta Primera Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo.*

# ÍNDICE DE AUTORES

ESTE LIBRO SE TERMINÓ DE IMPRIMIR EL DÍA 30 DE NOVIEMBRE DEL AÑO MIL NOVECIENTOS SESENTA, EN LA IMPRENTA LÓPEZ, PERÚ 666, BUENOS AIRES, REPÚBLICA ARGENTINA.

# Ediciones INTA

## COLECCION CIENTIFICA

Vol. I. EL AGUA EN EL SUELO,
por M. W. Tschapek.

## COLECCION AGROPECUARIA

Vol. I. HISTORIA DE PLANTAS TINTOREAS Y CURTIENTES,
por Angel Marzocca.

Vol. II. METODOLOGIA EN INVESTIGACIONES SOBRE PASTURAS.

Vol. III. CONCEPTOS MODERNOS SOBRE NUTRICION ANIMAL.

Vol. IV. PROBLEMAS ECONOMICOS DE LA MECANIZACION AGRARIA,
por W. E. A. Schaefer.

Vol. V. ANALISIS ECONOMICO DE LAS EXPLOTACIONES AGRARIAS,
por W. E. A. Schaefer.

Vol. VI. CULTIVO DEL BANANERO EN LA REPUBLICA ARGENTINA,
por Antonio Berardi.

EN PRENSA:

Vol. VII. LAS HELADAS EN LA ARGENTINA,
por J. J. Burgos.

Vol. II. De la Colección Científica.
ANALITICA DE LOS PRODUCTOS AROMATICOS,
por Adolfo L. Montes.

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA
Rivadavia 1439
Buenos Aires

IDIA